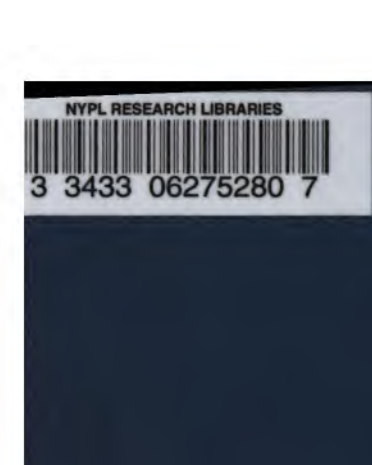


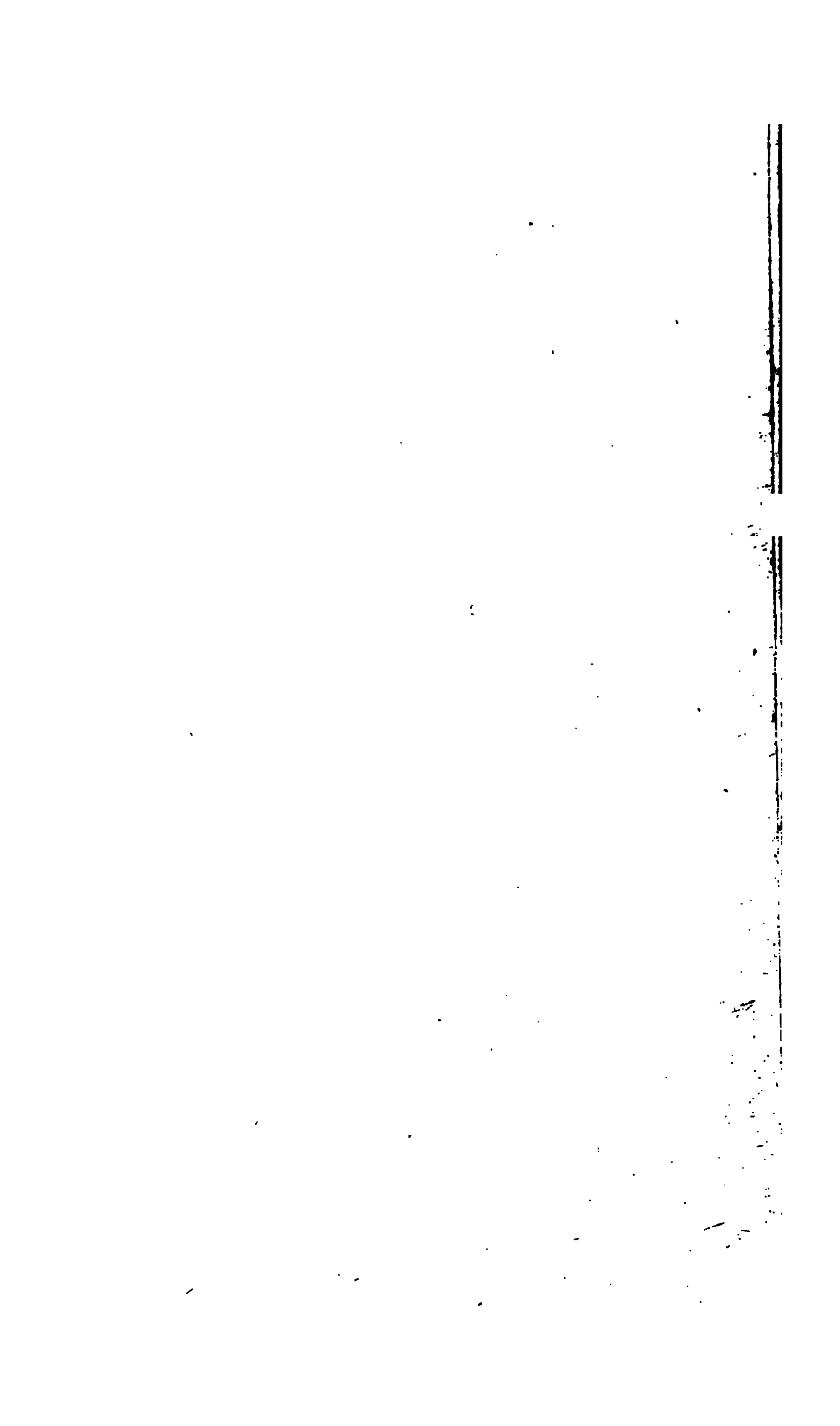



PAA
Annalen









ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBER

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG,
MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENH
DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATUR
ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖK
GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRE
ZU JENA, U. D. PHYS. GES. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, HEID
LEIPZIG, MARBURG U. ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED
AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEM
WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER
D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SECHS UND SIEBZIGSTER BA

NEBST FÜNF KUPFERTAFE

LEIPZIG
BEI JOH. AMBROSIUS
1824.



D^r. LUDWIG WILHELM GILBERT

ORD. PROFESSOR DER PHYSIK ZU LEIPZIG

geb. am 12 August 1769 gest. am 7 März 1824

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND DER

PHYSIKALISCHEN CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GESS. D. WISS. ZU HARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. JABLONOWSKY'SCHEN GES. ZU LEIPZIG, D. ÖKONOM. GESS. ZU DRESDEN U. ZU POTSDAM, D. MINERALOG. GESS. ZU DRESDEN U. ZU JENA, U. D. PHYS. GESS. ZU FRANKFURT, GRÖNINGEN, HALLE, HEIDELBERG, LEIPZIG, MARBURG UND ROSTOCK, UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. DER WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU AMSTERDAM, BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SECHSZEHNTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
BEI JOH. AMBROSIUS BARTH
1824.

—

I n h a l t.

Jahrgang 1824, Band 1.

der Neueſten Folge Band 16.

Erſtes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

Annalen der Physik.

Jahrgang 1824, erstes Stück.

I.

Versuche zur genauen Bestimmung der magnetischen Neigung, wie sie in London im August 1821 war, und Bemerkungen über die Inclinatorien;

von

Edward Sabine, Kapit. des kön. Artiller. Regim., F.R.S.

(vorgeles. in d. k. Ges. d. W. zu Lond. d. 22 Nov. 1821.)

Frei übersetzt von Gilbert.

Nicht ohne ein lebhaftes Vergnügen habe ich diesen interessanten und wichtigen Aufsatz bearbeitet, der durch die Untersuchung des Hrn Hofr. Mayer in Göttingen „über die Vervollkommnung des Neigungs-Compasses und der Methode die Neigung zu beobachten", veranlaſst worden, und gewissermaſsen für eine Fortsetzung derselben zu nehmen ist. Hrn Mayer's verdienstvolle Arbeit steht, nach meiner freien Uebersetzung, in diesen Annalen Jahrg. 1814 St. 11 (B. 48 S. 229) *). Auf sie hat Kapitän Sabine fortgebaut,

*) Durch einen Irrthum steht dort stets Meyer, und in Hrn Sabine's Aufsatz findet sich durchgehends eben diese irrige Schreibart des Namens. *G.*

der ſich mit vollem Rechte den Ruhm eines vortrefflichen Beobachters, auf den beiden Expeditionen in das arktiſche Polarmeer unter den Kapitänen Roſs und Parry erworben hat, und deſſen Geſchicklichkeit und unermüdlichem Eifer dieſe Reiſen vorzüglich ihren bedeutenden wiſſenſchaftlichen Werth verdanken; wie dieſes die königl. Geſellſch. der Wiſſenſchaften zu London, durch Ertheilung der Copley-ſchen Medaille im J. 1821 an ihn, feierlich anerkannt hat. Die von Hrn Hofr. Mayer gründlich entwickelten Vorſchriften um zu zuverläſſigeren Neigungs-Beobachtungen zu gelangen, hat Kapitän Sabine mit Umſicht in Ausführung gebracht, und es hat Hrn Mayer's Neigungs-Nadel, von einem der beſten engliſchen Künſtler verfertigt, in der Hand dieſes geübten Beobachters, bei ſehr verſchiedenen Methoden (von denen mehrere hier zum erſten Male erprobt worden ſind), eine Uebereinſtimmung innerhalb Fehlergränzen gegeben, die näher bei einander liegen, als man dieſes bisher für erreichbar hielt. Wir ſind alſo nun ſo weit vorgeſchritten, daſs unſere noch ziemlich lockeren Kenntniſſe von dem Erd-Magnetismus ſich auf dem ſicheren Wege hinlänglich vervollkommneter und leicht anzuſtellender Beobachtung weiter führen laſſen. — Damit die beſcheidne Ueberſchrift und die Einleitung, welche letztere aus Hrn Mayer's Abhandlung beſſer Bekanntes enthält, nicht abhalten mögen, auf dieſe Arbeit die Aufmerkſamkeit zu wenden, welche ſie verdient, habe ich dieſes voraus bemerken wollen, und wünſche dadurch zugleich einige unſerer geſchickteſten Mechaniker zu veranlaſſen, deutſche Phyſiker und Aſtronomen in den Stand zu ſetzen, mit einem vollkommnen und nicht zu theueren, von ihnen möglichſt geprüften und berichtigten Inſtrumente, fortlaufend Neigungs-Beobachtungen mit derſelben Genauigkeit als Hr. Sabine anzuſtellen. *Gilbert.*

1.

Bei dem Fortſchreiten unſerer Kenntniſſe über den Magnetismus in den neueſten Zeiten, wäre es ſehr zu wünſchen, daſs ſich eine gröſsere Genauigkeit in den Beobachtungen der verſchiedenen Erſcheinungen des Erd-Magnetismus erlangen lieſse, und ganz beſonders der magnetiſchen Neigung. Die Inclinatorien wie ſie faſt allgemein üblich ſind *), haben ſeit funfzig Jahren wenige oder gar keine Verbeſſerungen erhalten, und ſelbſt Beobachter, die ſich mit allen Quellen von Irrthum in dieſen Inſtrumenten bekannt gemacht und gegen ſie möglichſt geſchützt haben, können mit ihnen ſich der Wahrheit nur nähern. Einige Fehler dieſer Inſtrumente ſind leicht zu entdecken, und durch die Art die Beobachtungen anzuſtellen, auszugleichen. Dahin gehören Fehler in der Theilung, Fehler wegen Excentricität der Nadel in Hinſicht des eingetheilten Kreiſes, und wegen nicht ganz horizontaler Lage der Agat-Ebenen, auf welchen die Axe der Nadel aufliegt, oder wegen Nicht-Coincidenz derſelben mit der geraden Linie, welche die Nullpunkte der Theilung verbindet. Einigen andern Fehlern aber entgeht man auch bei dem ſorgfältigſten Verfahren nicht; ſie entſtehn hauptſächlich durch Unrichtigkeiten in der Conſtruction der Neigungs-Nadel ſelbſt, und zwar *erſtens* durch Unvollkommenheiten in der Axe, welche die Nadel verhindern, wenn man ſie wiederholt

*) Das heiſst in England, wo die Borda'ſchen Inclinatorien keinen Eingang ſcheinen gefunden zu haben. *G.*

in Schwingungen verſetzt, immer wieder auf einerlei Theilſtrich des Limbus zur Ruhe zu kommen; und *zweitens* dadurch, daſs es ſelbſt für den geſchickteſten Künſtler ſehr ſchwierig zu erlangen iſt, daſs die Axe der Bewegung genau durch den Schwerpunkt der Nadel geht; eine Bedingung, von der bei der gewöhnlichen Art zu beobachten die Genauigkeit weſentlich abhängt, und die man doch in der That kein Mittel hat zu prüfen, und die höchſt ſelten oder nie erfüllt iſt.

Eine Nadel, die nicht [vor dem Magnetiſiren] genau balancirt iſt, nimmt, wenn ſie [nach dem Magnetiſiren] in der Ebene des magnetiſchen Meridians frei ſchwebt, die Richtung nicht an, in welche der Erd-Magnetismus allein ſie zu verſetzen ſtrebt, und weicht merklich von der wahren Neigung ab. Gewöhnlich ſucht man dieſem Fehler dadurch zu entgehn, daſs man die Pole der Nadel durch entgegengeſetztes Magnetiſiren umkehrt, und das arithmetiſche Mittel aus den Neigungen nimmt, welche die Nadel in ihren vier verſchiedenen Lagen *) angiebt. Daſs Männer, die für Autoritäten gelten, dieſe Art zu beobachten gebilligt haben, beweiſt, daſs ſie Beobachtungen der Neigung für bloſse Näherungen hielten; denn ſchwerlich konnten ſie es überſehn, daſs hierbei das arithmetiſche Mittel nicht die wahre Neigung giebt, vielmehr oft bedeutend von ihr abweicht, und einen Fehler in das Reſultat bringt, der zu vermeiden war und nur wenn

*) Nämlich mit dem einen Ende der Axe links und dann rechts gewendet, in den beiden verſchiedenen Lagen, die ſich den Polen durch entgegengeſetztes Magnetiſiren der Nadel geben laſſen. *Gilb.*

die Beobachtungen genau angegeben ſind, durch eine neue Berechnung *) ſich nachher noch verbeſſern läſst.

Man hat geſucht mittelſt eines an der Axe angebrachten Kreuzes von Drähten die vollkommne Aequiponderirung der Nadel zu bewirken. Dieſe Vorrichtung, welche man in den *Philoſ. transact. for* 1772, *Art.* 55 beſchrieben findet, iſt indeſs mehr ſinnreich als von praktiſchem Vortheil, und macht die Beobachtung von viel bedeutenderen Fehlern abhängig, als die ſind, denen ſie abhelfen ſoll. Das Aequiponderiren der Nadel nach dem Magnetiſiren iſt an ſich eine ſchwierige, langweilige und ungewiſſe Arbeit, und ſo wandelbar, daſs man ſich darauf nicht verlaſſen kann, wenn das Inſtrument von einem Ort zum andern gebracht wird. Ueberdem werden die Fehler, welche durch die Reibung entſtehn, durch das Gewicht des Kreuzes an dem einen und des Gegengewichts an dem andern Arme der Axe vergröſsert. Die Fehler unvollkommner Balancirung laſſen ſich durch Rechnung berichtigen, aber nicht die von der Reibung herrührenden, wenn die Axen nicht vollkommen cylindriſch ſind oder Ungleichheiten haben, deren Widerſtand die bewegende Kraft der Nadel nicht zu überwältigen hinreicht. Die ungehinderte Bewegung der Axen, und das davon abhängende Zurückkommen der in Schwingungen geſetzten Nadel bei wiederholten Verſuchen auf denſelben Theilungsſtrich, iſt daher eine der Haupt-Erforderniſſe einer guten Neigungs-Nadel.

*) Nämlich nach Hrn Mayer's Vorſchriften, die man weiterhin angegeben findet. *G.*

2.

Da ich mich durch Verſuche mit mehreren Nadeln überzeugt hatte, daſs an dem Nicht-Uebereinſtimmen ihrer Reſultate hauptſächlich die verſchiedenen Urſachen von Ungenauigkeit in der Bewegung der Axe Schuld waren, ſo trug ich Hrn Dollond auf, mir eine Nadel von der Conſtruction des Prof. Mayer in Göttingen zu machen, welche er, durch ähnliche Erfahrungen geleitet, in ſeiner in den Schriften der Göttinger Societät auf das J. 1814 befindlichen Abhandlung „*de uſu accuratiori acus inclinatoriae magneticae*" *) angegeben hat. Die Verſuche, von denen ich der kön. Societät hier Bericht erſtatten werde, ſind mit dieſer Nadel gemacht worden. Durch Einfachheit der Conſtruction, Zweckmäſsigkeit für den Gebrauch, und das Zuſammenſtimmen der Reſultate, ſcheint ſie den Vorzug vor allen bisher gebrauchten zu verdienen. Da indeſs Hr. Dollond in einigem Wenigen von Hrn Mayer's Vorſchriften abgewichen iſt, ſo wird es zweckmäſsig ſeyn, wenn ich eine kurze Beſchreibung ſeiner Nadel und der Art mit ihr zu beobachten voran ſchicke.

Die Nadel iſt ein $11\frac{1}{2}$ Zoll langes, $\frac{4}{10}$ Zoll breites und $\frac{1}{12}$ Zoll dickes Parallelepiped mit abgerundeten Enden. Eine gerade Linie, die auf ihrer obern Seite

*) Beſchreibung eines neuen Inclinations-Compaſſes und der ſicherſten Art die magnetiſche Neigung genau zu beſtimmen; von Joh. Tob. Mayer, vorgel. in der kön. Geſ. d. Wiſſ. zu Göttingen am 3 April 1814; frei dargeſtellt von Gilbert, Annal. J. 1814 St. 11 S. 229. *G.*

durch den Mittelpunkt von einem Ende zum andern gezogen ist, dient als Index. Die cylindrische Axe, mit welcher die Nadel aufliegt und sich dreht, besteht aus Glockenmetall und endigt sich in Cylinder von kleinerem Durchmesser, mit denen sie auf den Agat-Platten liegt; je dünner diese Enden sind, bei der nöthigen Kürze damit die Nadel sich durch ihr Gewicht nicht biege, desto genauer sind die Schwingungen. Schmale Vertiefungen im dickern Theile jeder der beiden Axen sind bestimmt die Y-förmigen Träger des Inclinatoriums in sich aufzunehmen, welche die Nadel für gewöhnlich über die Agatplatten angehoben erhalten und sie beim Beobachten auf sie herablassen, wodurch man gesichert wird, daſs bei jeder Beobachtung derselbe Theil der Axen auf den Ebenen aufliege.

In der untern Fläche der Nadel ist, so genau als möglich senkrecht auf die Indexlinie und im Mittelpunkte der Bewegung, eine kleine stählerne Schraubenspindel angebracht, auf die sich eine der durchbohrten kleinen Messingkugeln, von denen man mehrere von verschiedener Gröſse haben muſs, aufschrauben, und der Nadel mehr oder minder nähern läſst, damit man den Schwerpunkt der Nadel mehr oder minder tief unter die Axe der Drehung bringen könne. Dadurch kömmt man dem Erd-Magnetismus mit dem Gewichte der Nadel zu Hülfe, um die kleinen Ungleichheiten der Axe zu überwinden, und erhält den Vortheil, daſs sie beim Schwingen mit mehr Sicherheit an den Punkt, bei dem sie stand, zurückkömmt, als wenn man den Mittelpunkt der Schwere in den der Bewegung versetzt.

Wenn diese beiden Mittelpunkte nicht zusammen fallen, so ist zwar die Lage, welche die Nadel in dem magnetischen Meridiane annimmt, nicht die der wahren Neigung; es läſst sich aber letztere aus ihr leicht berechnen, wenn man die Beobachtungen nach der weiterhin folgenden Vorschrift anstellt. Wesentlich nöthig ist es nicht, daſs der Mittelpunkt der Schwere in einer auf der Indexlinie genau senkrechten geraden Linie durch den Mittelpunkt der Bewegung gehe, doch kürzt dieses die Beobachtungen und die Berechnungen ab. Ob es erreicht sey, läſst sich mit groſser Genauigkeit prüfen, wenn man die Nadel, bevor sie magnetisirt wird, auf die Agatplatten legt, und nachsieht, ob sie bei allen Lagen der Axen, nachdem man sie in Schwingung gebracht hat, wieder genau in die horizontale Richtung zurück kömmt. Thut sie es nicht, so läſst es sich dann noch ohne groſse Mühe dahin bringen, daſs sie diese Vollkommenheit erlange.

Mit einer Nadel, bei der man sich auf diese Justirung verlassen kann, reichen *zwei* in dem magnetischen Meridiane angestellte Beobachtungen hin, die wahre Neigung zu geben; bei der zweiten muſs die Nadel so umgelegt werden, daſs die Axe, die zuvor rechts vom Beobachter war, nun links liegt, und die Seite der Nadel, welche zuvor von ihm abgewendet war, ihm nun zugekehrt ist; man liest die Winkel ab, welche die Nadel in diesen beiden Lagen mit der lothrechten Linie macht, und „das Mittel aus den *Tangenten* dieser Winkel ist die *Cotangente der Neigung*.“

Bedient man sich dagegen einer Nadel, welche nicht auf diese Art justirt worden ist, oder auf deren

Genauigkeit man ſich nicht verlaſſen kann, ſo werden *vier* Beobachtungen erfordert; zwei in den eben beſchriebenen Lagen, und die beiden andern in den ähnlichen entgegengeſetzten, nachdem man zuvor mit Hülfe eines Magnets die Pole der Nadel umgekehrt hat. Bezeichnet man mit F, f die beiden erſten, mit G, g die beiden letzten beobachteten Winkel der Nadel mit dem Lothe, ferner die *Summen* der Tangenten jener beiden Winkel mit A, dieſer beiden mit C, und die *Differenz* der Tangenten jener beiden Winkel mit B, dieſer mit D, ſo iſt

$$\frac{A \cdot D}{B+D} + \frac{B \cdot C}{B+D} = 2 \cdot \text{Cotang Inclinat.}$$

Den Beweis dieſer Formel hat Prof. Mayer in der angeführten Abhandlnng gegeben; ihre Herleitung iſt nicht ſchwierig *).

Es wird nicht erfordert, daſs nach dem Umkehren der Pole der Nadel, die Stärke ihrer magnetiſchen Kraft dieſelbe als vor dem Umkehren ſey. Beobachtet man bei dieſem entgegengeſetzten Magnetiſiren die Vorſicht, die Nadel in eine Vertiefung zu legen, damit ſie ſich nicht ſeitwärts bewegen könne, und die Seiten des Magnets mit parallelen Streifen Holz ſo zu bekleiden, daſs er beim Streichen der Nadel in einerlei Richtung bleiben muſs, ſo kann man ſicher ſeyn, daſs die Pole beim Umkehren immer wieder genau an den Enden der Längenaxe der Nadel zu liegen kommen.

Ich habe mich bei meinen Verſuchen 8 kleiner Meſſingkugeln von verſchiedener Gröſse bedient, und

*) Siehe Annal. Jahrg. 1814 St. 11 S. 155 f. G.

bezeichne ſie von der gröſsten (1) herabwärts mit den auf einander folgenden Ziffern bis 8. Sie haben mich in den Stand geſetzt, die durch die Excentricität entſtehende Kraft beliebig gegen die durch den Erd-Magnetismus entſtehende Kraft abzuändern, welche letztere verdoppelt wird von dem Aequator bis zu den Polen; es mag beſſer ſeyn wenn letztere vorherrſcht, doch geht das aus meinen Verſuchen nicht als nöthig hervor. Iſt der Abſtand des Mittelpunkts der Bewegung von dem der Schwere beträchtlich, ſo liegen die Winkel bei den alternirenden Beobachtungen zu entgegengeſetzten Seiten der lothrechten Linie, beſonders an Orten, wo die Neigung groſs iſt; in dieſem Fall muſs man die an der Südſeite der lothrechten Linie liegenden Winkel als negative ableſen.

Das Inſtrument, in welchem mit der Nadel beobachtet wurde, habe ich bereits in den Schriften der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften auf das Jahr 1819 S. 132 beſchrieben, und einige Verbeſſerungen, welche ſeitdem daran gemacht worden ſind, in dem Anhange zu Kapitän Parry's Entdeckungsreiſe S. 139 angegeben *). Daſs in dem meinigen die Agat-Ebenen vollkommen horizontal, und die Nullpunkte des eingetheilten Kreiſes gehörig juſtirt waren, davon habe ich mich in jeder Veränderung der Lage des Inſtrumentes durch den dort S. 140 beſchriebenen Apparat mit dem Doppel-Kegel überzeugt, der ſich mir von ſehr gutem Gebrauch und die Genauigkeit ſehr fördernd zeigte.

*) Ich hoffe die Beſchreibung und Abbildung dieſes Inclinatoriums, und ſeiner Verbeſſerungen, bei einer andern Gelegenheit meinen Leſern vorlegen zu können. *G.*

Der Kreis ist bis auf 20 Minuten eingetheilt; mittelst einer verschiebbaren Loupe lassen sich die Winkel, unter welchen sich die Nadel in Ruhe setzt, bis auf einzelne Minuten mit erträglicher Genauigkeit ablesen. In jeder der vier Lagen der Nadel, welche zur Bestimmung der Neigung zu beobachten waren, wurde das Mittel aus mehreren (gewöhnlich aus 6) Beobachtungen genommen; bei der einen Hälfte derselben war der Limbus des Kreises nach Osten, bei der andern Hälfte nach Westen zu gekehrt, und zwischen je zwei Beobachtungen wurde die Nadel mittelst der Y-förmigen Träger abgehoben und dann wieder langsam auf die Agatplatten niedergelassen. Auch wurden die Winkel an beiden Enden der Nadel abgelesen, um Fehler in der Theilung oder in der Excentricität der Axe der Nadel in Beziehung auf den eingetheilten Kreis zu verbessern.

. 3.

Die folgenden 10 Versuche mit dieser nach Hrn Mayer's Vorschrift verfertigten Neigungsnadel, habe ich in dem Küchengarten (*nursery garden*) in Regent's Park, mit Erlaubniss des Besitzers, Hrn Jenkins, angestellt; die Lage ist in jeder Hinsicht günstig, und man ist da von allem Eisen weit entfernt *). Ich

*) Nördlich bei London (heisst es in Hrn Gen. Dir. Bornemann's Einblicke in England und London im J. 1818, S. 87) wird jetzt noch ein vierter, der Prinz Regent Park, angelegt, von sehr beträchtlichem Umfang, grösstentheils mit Wasserleitungen umgeben und durchflossen; hier scheint man ganz zu beabsichtigen, einen ungeheuren Englischen Garten bilden zu wollen, und so wird London in künftigen Zeiten wirklich einen Lustpark besitzen, der seinem Zweck entspricht." *Gilb.*

gebe nur die beiden ersten dieser Versuche ganz im Einzelnen, damit man daraus das Verfahren beim Beobachten deutlich ersehe; und dann eine kurze Uebersicht von allen zehn Versuchen.

Versuch 1, am 3 August 1821; mit der Kugel 1 bis zur halben Länge der Schraube aufgeschraubt; alle Winkel lagen nördlich von der lothrechten Linie, und waren daher alle positiv.

Der Limbus gekehrt nach	Als nach dem Beobachter zu gewendet war			
	der Nadel Seite O		der Nadel Seite U	
	Nord-E.	Süd-Ende	Nord-E.	Süd-Ende
Osten	31° 00′	30° 52′	9° 18′	9° 18′
	00	52	17	15
	00	52	20	19
	02	55	24	22
	00	52	24	23
	02	56	19	18
Westen	31 25	31 20	9 25	9 30
	20	13	21	30
	20	13	22	22
	22	15	21	22
	24	17	25	30
	26	20	25	30
	31 11,7	31 4,8	9 22,1	9 22,4
	31° 8,2′ = F		9° 22,3′ = f	
	Mit umgekehrten Polen			
Westen	30° 15′	30° 05′	5° 20′	5° 23′
	12	00	17	20
	10	00	20	23
	10	00	22	26
	10	00	22	27
	16	04	18	22
Osten	29 20	29 10	7 15	7 10
	21	11	12	12
	21	12	13	15
	19	08	13	14
	24	17	14	14
	19	08	14	14
	29 46,4	29 36,3	6 16,6	6 18,3
	29° 41,3′ = G		6° 17,4′ = g	

Alſo tg F (31° 08,2′) = 0,60411 ; und tg G (29° 41,3′) = 0,57012
tg f (9 22,3) = 0,16504 ; tg g (6 17,4) = 0,11022
tg F + tg f = A = 0,76915 ; tg G + tg g = C = 0,68034
tg F — tg f = B = 0,43907 ; tg G — tg g = D = 0,4599

$B+D = 0{,}89897$; $\frac{AD}{B+D} = 0{,}39348$; $\frac{BC}{B+D} = 0{,}33229$;

und 2 cotg Incl. = 0,39348 + 0,3329 = 0,72577,
cotg Incl. = 0,36288 ; und *die Neigung* = 70° 3,3′ nördl.

Verſuch 2, den 6 Auguſt 1821, mit der Kugel 1 dicht angeſchroben an die Nadel; die Winkel mit der umgehängten Nadel lagen in dieſem Verſuch an der Südſeite der lothrechten Linie, und wurden daher negativ angeſetzt:

Der Limbus gekehrt nach	Als nach dem Beobachter zu gewendet war: der Nadel Seite *O* — Nord-E.	der Nadel Seite *O* — Süd-Ende	der Nadel Seite *U* — Nord-E.	der Nadel Seite *U* — Süd-Ende
Oſten	49° 20′	49° 00′	—22° 14′	—22° 6′
	20	00	14	6
	22	02	17	12
Weſten	22	04	40	20
	22	03	40	20
	22	04	38	18
	49 21,3	49 2,1	—22 27,1	—22 17
	49° 11,7′ = F		—22° 22′ = f	

Mit nmgekehrten Polen

Der Limbus gekehrt nach	Seite *O* — Nord-E.	Seite *O* — Süd-Ende	Seite *U* — Nord-E.	Seite *U* — Süd-Ende
Weſten	47° 15′	47° 00′	—20° 20′	—20° 10′
	20	00	20	8
	14	46 56	20	4
Oſten	00	40	10	00
	00	40	10	19 58
	00	40	10	58
	47 8,1	46 49,3	—20 15	—20 3
	46° 58,7′ = G		—20° 9′ = g	

Alfo $\text{tg}\, F\, (49^\circ\, 11{,}7') = 1{,}15831$; und $\text{tg}\, G\, (46^\circ\, 58{,}7') = 1{,}07156$
$\text{tg}\, f\, (-22^\circ\, 22') = -0{,}41149$; $\text{tg}\, g\, (-20^\circ\, 9') = -0{,}36694$
$\text{tg}\, F + \text{tg}\, f = A = 0{,}74682$; $\text{tg}\, G + \text{tg}\, g = C = 0{,}70462$
$\text{tg}\, F - \text{tg}\, f = B = 1{,}5698$; $\text{tg}\, G - \text{tg}\, g = D = 1{,}4385$

Ueberficht der Refultate von allen 10 Verfuchen mit

Verfuch	Als aufgefchraubt war die Kugel *)	und das markirte Ende der Nadel war ein
1. Aug. 3	8 (*a*) auf die halbe Schraube	N-Pol S-Pol
2. Aug. 6	1 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol
3. Aug. 6	8 (*a*) wie in Verfuch 1	N-Pol S-Pol
4. Aug. 11	3 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol
5. Aug. 13	7 dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol
6. Aug. 13	6 dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol
7. Aug. 15	5 dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol
8. Aug. 15	(*c*) ohne Kugel; Gew. d. Schraube dicht an	N-Pol S-Pol
9. Aug. 20	1 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol
10. Aug. 20	7 (*b*) dicht an die Nadel	N-Pol S-Pol

*) Die Schraube, auf welche die durchbohrten Kugeln aufgefchraubt wurden, war anfangs ½ Zoll lang, wurde aber nach dem 3ten Verfuche um die Hälfte verkürzt; und da fich fand, dafs fie auch dann noch länger als nöthig war,

$B+D = 3{,}0083$; $\frac{AD}{B+D} = 0{,}35711$; $\frac{BC}{B+D} = 0{,}36769$;

und $2 . \text{cotg Incl.} = 0{,}35711 + 0{,}36769 = 0{,}72480$

cotg Incl. $= 0{,}3624$; und *die Neigung* $= 70° \; 4{,}7'$ nördl.

der von Dollond verfertigten Mayer'schen Nadel.

gaben die Beobb. im Mittel die Winkel		woraus folgt die Neigung
$F = 31° \; 8{,}2'$ $G = 29 \; 41{,}3$	und $f = + \; 9° \; 22{,}3'$ $g = + \; 6 \; 17{,}4$	70° 3,3' N
$F = 49 \; 11{,}7$ $G = 46 \; 58{,}7$	$f = - \; 22 \; 22$ $g = - \; 20 \; 9$	70 4,7
$F = 30 \; 36{,}8$ $G = 28 \; 47{,}7$	$f = + \; 10 \; 8$ $g = + \; 7 \; 46{,}6$	70 1,4
$F = 45 \; 58$ $G = 41 \; 50{,}7$	$f = - \; 14 \; 49{,}1$ $g = - \; 11 \; 28{,}7$	70 0,1
$F = 27 \; 74{,}3$ $G = 24 \; 14{,}2$	$f = + \; 14 \; 7{,}2$ $g = + \; 13 \; 21{,}7$	70 5,9
$F = 30 \; 36{,}2$ $G = 27 \; 12{,}6$	$f = + \; 10 \; 17{,}2$ $g = + \; 9 \; 15{,}3$	70 3,5
$F = 32 \; 0{,}2$ $G = 28 \; 57{,}4$	$f = + \; 8 \; 3{,}4$ $g = + \; 7 \; 40{,}9$	70 5,2
$F = 24 \; 14$ $G = 22 \; 17{,}5$	$f = + \; 17 \; 34{,}1$ $g = + \; 15 \; 34{,}8$	70 0,9
$F = 48 \; 24{,}7$ $G = 44 \; 57{,}1$	$f = - \; 19 \; 25$ $g = - \; 17 \; 19$	70 0,3
$F = 24 \; 27{,}6$ $G = 22 \; 4$	$f = + \; 17 \; 38{,}5$ $g = + \; 15 \; 22$	70 3,8

Neigung in London im *August* 1821 $= 70° \; 2{,}91'$ N.

wurde sie nach dem 8ten Versuche nochmals kürzer gemacht, bis ihre Länge nur noch dem Durchmesser der grössern Kugel gleich war. *Gilb.*

4.

Um die Genauigkeit dieses Resultates, welches ich mit der nach Hrn Mayer's Vorschrift verfertigten Nadel erhalten habe, noch auf eine andre Weise zu bewähren *), habe ich eine, wenn ich nicht irre, von Hrn Laplace angegebene Methode befolgt, die Neigung wenigstens näherungsweise zu finden: nämlich durch Beobachtung der Zeiten, in welchen die Neigungs-Nadel eine gewisse Anzahl von Schwingungen erstens im magnetischen Meridiane, und zweitens in der auf diesen Meridian senkrechten Ebene macht. Die magnetischen Kräfte, welche in diesen beiden Ebenen die Nadel antreiben, stehen zu einander in dem Verhältnisse von 1 : sin *Incl.* Bezeichnet man daher die Zeiten, in welchen dieselbe Nadel eine gleiche Anzahl von Schwingungen im magnetischen Meridiane und in der Ebene, die auf ihn senkrecht ist, macht, erstere mit M, letztere mit P, so ist

$$\sin \mathrm{Incl} = \frac{M^2}{P^2} \;^{**}).$$

*) In Hrn Prof. Schmidt's in Giessen „Bemerkungen über die vom Hofr. Mayer in Göttingen vorgeschlagene Methode, den magnetischen Neigungs-Compass zu gebrauchen", diese Annal. J. 1819 St. 9, od. B. 63 S. 1, würde Hr. Sabine Anweisungen gefunden haben, dasselbe noch auf andere Arten zu bewerkstelligen; dieser Aufsatz scheint ihm aber nicht bekannt geworden zu seyn. *Gilb.*

**) Denn die Quadrate der Schwingungszeiten sind den Kräften, welche zwei Pendel von gleicher Länge beschleunigen, verkehrt proportional: also $P^2 : M^2 = 1 : \sin \mathrm{Incl}$. *Gilb.*

In den folgenden Verſuchen wurden die Nadeln jedesmal unter einem Winkel von 40° mit dem Meridian *), durch einen zu dieſem Zwecke an dem Inſtrumente angebrachten Apparat zurückgehalten; von dort aus lieſs ich ſie ſchwingen, fing aber die Schwingungen erſt an zu zählen, wenn der Schwingungs-Bogen bis auf 30° abgenommen hatte.

Erſte Reihe von Verſuchen, den 3 September, mit einer Neigungsnadel, deren Schwerpunkt nahe mit der Axe der Bewegung zuſammenfallend gemacht war, mittelſt eines ſeidenen Schiebers, der nach dem zu leichten Ende zu ſo lange vorgeſchoben wurde, bis die Nadel im magnetiſchen Meridian nahe 70° Neigung zeigte, und dann bei Veränderung des Azimuths um 90°, lothrecht ſtand.

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1			Verſuch 2			Verſuch 3		
	Bog.;	Zeit	; Z.Diff	Bog.;	Zeit	; Z.Diff	Bog.;	Zeit	; Z.Diff
			Im magnetiſchen Meridian						
0	30° ;	0′ 00″		30° ;	0′ 00″		30° ;	0′ 00″	
			55,5″			55″			55,5
10	24	55,5		23	55		24	55,5	
			55			55			55
20	20	1 50,5		20	1 50		21	1 50,5	
			55			55			55
30	17	2 45,5		16	2 45		17	2 45,5	
			54,5			54,5			55
40	14	3 40		13	3 39,5		14	3 40,5	
			54			54,5			54,5
50	10	4 34		10	4 34		10	4 35	
50	in	274″			274″			275″	

Alſo $M = 274{,}33''$.

*) *with the meridian:* wie im Original ſteht, ſoll nichts anderes heiſsen, als mit der horizontalen Linie, welche die Mittagslinie iſt, wenn die Nadel ſich im Meridian (dem Mittagskreiſe) befindet. In einer um 40° von der magnetiſchen Mittgsebene abweichenden lothrechten Ebene zeigt zwar die Nadel eine gröſsere Neigung als in der Mittagsebene, doch aber nicht um ſo viel gröſser, daſs ſie beim Zurückführen ihrer Ebene in den Meridian in Schwingungen von mehr als 30° Gröſse kommen könnte. *Gilb.*

Anzahl der Schwingungen	Versuch 1			Versuch 2		
	Bog.;	Zeit;	Z.Diff	Bog.;	Zeit;	Z.Diff
	In der auf den magnetischen Meridian senkrechten Ebene					
0	30°	; 0' 00''		28°	; 0' 00''	
			57			57
10	25	57		22	57	
			57			57
20	20	1 54		18	1 54	
			56,5			56,5
30	16	2 50,5		16	2 50,5	
			56,5			56,5
40	14	3 47		14	3 47	
			56			56
50	11	4 43		10	4 43	
		283''			283''	$P = 283''$

Also $\frac{M^2}{P^2} = \frac{274{,}33^2}{283^2} = 0{,}93966 =$ sin. Inclin.

und *die Neigung* $= 69°\ 59{,}7'$ nördl.

Zweite Reihe von Versuchen, am 7 September, mit einer Neigungsnadel (N. 2) justirt durch ein an der Axe befestigtes Kreuz von Drähten:

Anzahl der Schwingungen	Versuch 1			Versuch 2			Versuch 3		
	Bog.;	Zeit;	Z.Diff	Bog.;	Zeit;	Z.Diff	Bog.;	Zeit;	Z.Diff
	Im magnetischen Meridian								
0	30°	; 0' 00''		30°	; 0' 00''		30°	; 0' 00''	
			50''			50''			50''
10	22	50		21	50		25	50	
			49,5			49			49
20	17	1 39,5		16	1 39		18	1 39	
			48,5			48,5			49
30	13	2 28		12	2 27,5		12	2 28	
			49			49,5			49
40	10	3 17		9	3 17		10	3 17	
			49			49			49
50	6	4 6		6	4 6		7	4 6	
			50			50,5			50
60	4	4 46		4	4 56,5		5	4 56	
			50			50			50
70	2	5 40		2	5 46,5		3	5 46	
70	in	346''			346,5''			346''	

Also $M = 346{,}17''$

Anzahl der Schwingungen	Versuch 1 Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Versuch 2 Bog.;	Zeit ;	Z.Diff	Versuch 3 Bog.;	Zeit ;	Z.Diff
	In der auf dem magnet. Meridian senkrechten Ebene								
0	30° ;	0′00″		30° ;	0′00″		30° ;	0′00″	
			51			50,5″			
10	22	51		23	50,5		23	52	
			50,5			51,5			
20	15	1 41,5		18	1 42		17	1 43	
			52			51			
30	10	2 33,5		12	2 33		12	2 34	
			51			51			
40	8	3 24,5		8	3 24		9	3 25	
			51			51			
50	6	4 15,5		6	4 15		6	4 17	
			51			51			
60	4	5 6,5		4	5 6		3	5 7	
			50,5			51			
70	2	5 17		2	5 57		2	5 57	
70	in	357″			357″			357″ } P = 357″	

Also $\frac{M^2}{P^2} = \frac{346,17^2}{357^2} = 0,94025 = \text{sin. Inclin.}$

und *die Neigung* = 70° 5,8′ nördl.

Dritte Reihe von Versuchen, am 7 September, mit einer von Dollond verfertigten Neigungsnadel (N. 3). Sie hat an ihren Grundflächen mittelst eines kleinen Würfels vereinigte Aerme; der Würfel ist zum Aufnehmen der Axe durchbohrt, und diese hat ähnliche cylindrische Enden als Mayer's Nadel, welche mit grosser Sorgfalt sehr dünn abgedreht sind.

Der erste Schwingungsbogen betrug 27°, 28° oder 30°; der 50ste noch 12° bis 8°, und der 70ste noch 8° bis 4°. Ich lasse die Grössen der Schwingungsbogen wegen Mangels an Platz aus der folgenden Tafel weg, da diese Notiz völlig hinreicht. Folgendes waren in den 4 Doppel-Versuchen die Zeiten von 10 zu 10 Schwingungen und deren Differenzen:

Anzahl der Schwingungen	Verſuch 1 Zeit	Diff.	Verſuch 2 Zeit	Diff.	Verſuch 3 Zeit	Diff.	Verſuch 4 Zeit	Diff.
	Im magnetiſchen Meridian							
0	0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″	
		37″		38″		37,5″		37″
10	37		38		37,5		37	
		38		37		37		37
20	1 15		1 15		1 14,5		1 14	
		37		37		37,5		37
30	1 52		1 52		1 52		1 51	
		37		37,5		37,5		38
40	2 29		2 29,5		2 29,5		2 29	
		37		37,5		37		37
50	3 6		3 7		3 6,5		3 6	
		37		37		37		37
60	3 43		3 44		3 43,5		3 43	
		37		36,5		37		37
70	4 20		4 20,5		4 20,5		4 20	
70	in 260″		260,5		260,5″		260″ } $M = 260$	
	In der auf dem magn. Meridian ſenkrechten Ebene							
0	0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″		0′ 00″	
		39,5″		39″		38,5″		39″
10	39,5		39		38,5		39	
		38,5		39		39		39
20	1 18		1 18		1 17,5		1 18	
		39		38		38,5		38
30	1 57		1 56		1 56		1 56	
		38		39		38,5		38
40	2 35		2 35		2 34,5		2 34	
		37		38		38		38
50	3 12		3 13		3 12,5		3 12	
		38		37		38		38
60	3 50		3 50		3 50,5		3 50	
		38,5		38		38		38,5
70	4 28,5		4 28		4 28,5		4 28,5	
70	268,5″		268″		268,5″		268,5 } $P = 26$	

Alſo $\frac{M^2}{P^2} = \frac{260{,}25^2}{268{,}38^2} = 0{,}94033 =$ ſin. Inclin.

und *die Neigung* $= 70°\ 6{,}5'$ nördl.

Die Reſultate aus dieſen Schwingungs-Verſu
geben uns die *Neigung* zu London

die erſte Reihe zu 69° 59,7′ nördl.
die zweite Reihe zu 70° 5,8′,
die dritte Reihe zu 70° 6,5′,
alle 3 Reihen alſo *im Mittel* zu 70° 4′ nördlich.

Dieſes ſtimmte weit genauer mit dem Ergebniſſe der directen Beobachtungen mit der Mayer'ſchen Nadel überein, als ich erwartet hatte, und es verdient daher dieſes Verfahren in *kleineren magnetiſchen Breiten* recht ſehr empfohlen zu werden. In Breiten von 70° und mehr, iſt es jedoch weit weniger zuverläſſig, da dort, ein kleiner Irrthum in irgend einer der beobachteten Zeiten bedeutende Verſchiedenheiten in dem Reſultate hervorbringen kann, und man daher, ohne ſehr groſse Sorgfalt und häufiges Wiederholen, ſehr würde irren können, wenn nicht die Nadel ihre Schwingungen in ſchicklichen Bogen eine weit gröſsere Anzahl von Secunden lang fortſetzt, als in den vorhergehenden Verſuchen.

5.

Es iſt mir nicht bekannt, daſs ſchon von irgend einem Andern die folgende Methode angegeben worden ſey, wie ſich die Neigung mittelſt eines ähnlichen Princips in *hohen Breiten* eben ſo genau finden läſst, und mit eben den Vortheilen, welche die vorhergehende für Breiten vom magnetiſchen Aequator bis 45° gewährt. Man beobachte mit einer Neigungsnadel erſt die Zeit (N), in welcher ſie eine gewiſſe Anzahl von Schwingungen in der magnetiſchen *Mittagsebene* macht. Alsdann nehme man die Nadel aus dem Inclinatorium, befeſtige an dem einen Ende ihrer Axe einen einfachen Faden Seide, und hänge ſie mittelſt

dieſes ſo auf, daſs die Nadel horizontal ſchwebend ſich blos in *horizontaler Ebene* bewegen kann *), und beobachte nun zweitens die Zeit (H), in welcher ſie dieſelbe Anzahl von Schwingungen als zuvor macht. Die Quadrate der erſten Schwingungs-Zeit verhalten ſich zu den Quadraten dieſer letztern Schwingungs-Zeit wie 1 : *coſin. Inclin.* **). Während folglich bei der vorigen Methode der Einfluſs von Beobachtungsfehlern mit der Gröſse der Neigung wächſt, ſo wie die Differenzen der Sinuſſe fortſchreitend abnehmen, nimmt im Gegentheil bei dieſer Methode der Einfluſs der Beobachtungsfehler in eben dem Verhältniſſe ab. Die Neigung läſst ſich daher da, wo ſie 65° und mehr beträgt, auf dieſe Weiſe mit groſser Genauigkeit mit Inſtrumenten, die im Ganzen gut gemacht ſind, beſtimmen, ohne daſs es erfordert wird, daſs die Enden der Axe ſehr dünn ſind. Der Seidenfaden muſs einige Zoll lang und ganz ungedreht ſeyn, und die horizontalen Schwingungen müſſen unter einem Glasdeckel oder unter einem hölzernen Deckel mit eingeſetztem Glaſe vor ſich gehn.

Den folgenden Verſuch habe ich mit Dollond's Nadel (N. 3) angeſtellt. Der Seidenfaden war 15 Zoll

*) *ſuspended horizontally by a ſilk thread attached to either end of the axis, the needle being limited thereby to a horizontal motion.*

**) Denn die Kraft, welche die horizontal-ſchwebende Magnetnadel antreibt, verhält ſich zur ganzen magnetiſchen Kraft an dem Orte, wie coſin. Incl. : 1, und beide ſind den Quadraten der Schwingungszeiten verkehrt proportional, verhalten ſich alſo wie $M^2 : H^2$, und alſo iſt coſin Incl. $= \frac{M^2}{H^2}$ *G.*

lang und in einer Rinne (*groove*) nicht weit von dem Ende der Axe befeſtigt. Die Schwingungen geſchahen in Bogen kleiner als 25°.

Zahl der Schwingung	Zeit	Zahl der Schwingung	Zeit	giebt für 70 Schwingungen
0	0′ 00″	70ſte	7′ 25,75″	7′ 25,75″ Zeit
2te	13	72ſte	38,5	25,5
4te	25,75	74ſte	51,25	25,5
6te	38,5	76ſte	8 4	25,5
8te	51,25	78ſte	16,75	25,5
10te	1 4	80ſte	29,25	7 25,25
			im Mittel	7′ 25,5″ = 445,5″ = *H*.

Alſo iſt, da zuvor $M = 260{,}25''$ gefunden worden,

$$\frac{M^2}{H^2} = \frac{260{,}25^2}{445{,}5^2} = 0{,}341265 = \textit{coſin. Inclin.}$$

und *die Neigung* = 70° 2,6′ nördl.

6.

Dieſe drei verſchiedenen Methoden die magnetiſche Neigung zu beſtimmen, haben uns alſo folgende Reſultate gegeben:

Aus 10 directen Verſuchen mit Mayer's Nadel	70° 2,9′
Aus den Zeiten, in welchen gleiche Mengen von Schwingungen im magnetiſchen Meridian und in der auf ihn ſenkrechten Ebene vollendet wurden, im Mittel aus Verſuchen mit 3 verſchiedenen Nadeln	70 4
Aus den Zeiten, in welchen gleiche Schwingungs-Mengen von derſelben Nadel im magnet. Meridian und in horizontaler Ebene vollendet wurden	70 2,6
Man hat daher das Mittel aus allen dreien,	70° 3′

für die *wahre nördliche Neigung der Magnetnadel* zu nehmen, in London im Regent's Park, in den Monaten Auguſt und September 1821, innerhalb 4 Stunden um Mittag, der Zeit in der alle Beobachtungen gemacht worden ſind.

7.

Was die *frühern* Beſtimmungen der Neigung in London betrifft, ſo ſcheinen die Reſultate der von Nairne im J. 1772, von Cavendiſh im J. 1776, und von Gilpin im J. 1805 gemachten Neigungs-Beobachtungen anerkannt, und der Beachtung vorzüglich werth zu ſeyn. Es läſst ſich annehmen, daſs bei ihnen die wegen Unvollkommenheit der Inſtrumente nicht zu vermeidenden Fehler, in nicht allzu weite Gränzen eingeſchloſſen worden ſind, vermöge der Methode der Beobachtung, welche dieſe Männer gewählt, und der Maſsregeln der Vorſicht, die ſie genommen haben werden. Da ſie jedoch ihre Beobachtungen in Gebäuden in eng bebauten Theilen der Hauptſtadt angeſtellt haben, ſo müſſen örtliche Anziehungen auf das Ergebniſs mit eingewirkt haben, und daraus können leicht gröſsere Irrthümer als aus der Beſchaffenheit der Inſtrumente hervorgegangen ſeyn. Auch läſst ſich nicht als eine hinreichende Abhülfe des Einfluſſes dieſer Störungen das Anbringen einer durch Beobachtung der Neigung im Freien aufgefundenen Correction betrachten; denn auch da wird die Nadel immer noch von Eiſen in den benachbarten Häuſern oder ſonſt in der Nachbarſchaft angezogen. Man braucht nur einige Verſuche mit Neigungs-Nadeln an verſchiedenen Stellen einer Stadt anzuſtellen, um ſich

zu überzeugen, wie wenig man ſich auf die Genauigkeit ſolcher Reſultate verlaſſen kann. Ohne Zweifel iſt es wohl dieſer Urſach mehr noch als den Fehlern im Inſtrumente zuzuſchreiben, daſs die in den Zimmern der königl. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften beobachtete Neigung in ihren Schriften auf das jetzige Jahr (1821) angegeben wird 71° 6′ oder 71° 42′ *).

Da die Beobachtungen Nairne's im J. 1772 und Lord Cavendiſh's im J. 1776 nicht weit von einander abweichen, weder in der Zeit noch in der Gröſse der Neigung, ſo läſst ſich das Mittel aus ihnen, 72° 25′ für das J. 1774, als die beſte Annäherung anſehn, welche ſich zur Kenntniſs der Gröſse der Neigung zu London in früherer Zeit, jetzt machen läſst.

Vergleichen wir dieſe Neigung mit der, welche ich für das gegenwärtige Jahr gefunden habe (70° 3′), ſo ergiebt ſich 3′,02 als die *mittlere jährliche Abnahme der Neigung* von 1774 bis 1821. Dieſes iſt um $\frac{2}{5}$ kleiner als die mittlere jährliche Abnahme derſelben in Paris von 1798 bis 1814, wie ſie ſich aus den Beobachtungen der HH. von Humboldt, Gay-Luſſac und Arago ergiebt; und könnte man ſich daher auf die Genauigkeit dieſer Beobachtungen völlig verlaſſen, ſo würde daraus folgen, daſs die jährliche Veränderung der Neigung in dieſem Theile der Erde jetzt gröſser iſt, als ſie vor 30 oder 40 Jahren war.

Ich muſs jedoch hierbei bemerken, wenn auch vielleicht nur als ein ſonderbares Zuſammentreffen,

*) Vergl. „Darſtellung der Beobachtungen über die Abweichung und die Neigung der Magnetnadel, welche von 1786 bis 1806 in den Zimmern der kön. Soc. zu London angeſtellt ſind von Ge. Gilpin", in dieſ. Annal. J. 1808 B. 29 S. 384. *Gilb.*

dafs wenn wir Whiſton's Beſtimmung der Neigung in London im J. 1720 zu 75° 10′ annehmen *), wir für die Jahre von 1720 bis 1774 eine mittlere jährliche Verminderung der Neigung von 3,05′ erhalten, welche nur 0,03′ von der abweicht, die wir hier für die folgenden 47 Jahre gefunden haben.

8.

Es wird nicht überflüſſig ſeyn, noch in der Kürze zu unterſuchen, in wie fern die durch unmittelbare Beobachtung gefundene Gröſse der Veränderung der Neigung, durch die Wirkung Beſtätigung erhalten kann, welche eine Verminderung der Neigung auf die Schwingungen einer horizontal ſchwebenden Nadel haben muſs. Wenn man mit Dr. Young annimmt, daſs die Stärke der magnetiſchen Kraft verkehrt proportional iſt der Gröſse $\sqrt{(4 - 3 . \sin^2 \text{Inclin.})}$, welches ſich auffallend beſtätigt hat unter Neigungen von 70° bis 90°, durch Verſuche, welche auf der letzten arktiſchen Expedition angeſtellt worden ſind; ſo wird die Stärke der auf die horizontale Nadel wirkenden magnetiſchen Kraft, welche in dem Verhältniſſe von 1 : coſin Inclin. kleiner als jene iſt, der Gröſse $\sqrt{\left(\frac{1}{1 - \sin^2 \text{Incl.}} + 3\right)}$ proportional **). Für jede 1′,

*) Lord Cavendiſh ſagt von ihr in den *Philoſ. Transact. for* 1776 *Art.* 21, er halte ſie für ziemlich genau (*to have been pretty accurate*), da Whiſton in mehrern Theilen Englands beobachtet habe, und ſeine Beobachtungen mit einander gut übereinſtimmen. *Sab.*

**) Denn $\sqrt{\left(\frac{4 - 3 \sin^2 \text{Incl}}{\cos^2 \text{Incl}}\right)}$ iſt $= \sqrt{\left(\frac{1}{1 - \sin^2 \text{Incl}} + 3\right)}$ *G.*

welche die Neigung in London abnimmt, wird folglich die Zeitdauer irgend einer Anzahl horizontaler Schwingungen um ungefähr $\frac{1}{1000}$ des Ganzen gröſser.

Wenn die Nadel N. 3 der vorhergehenden Verſuche auf die beſchriebene Weiſe aufruht, und von einem 40° von der Mittagslinie ab liegenden Theilſtriche *ab* los gelaſſen wird (*releaſed*), ſo bleibt ſie über 40 Minuten lang in Schwingung, und macht mehr als 400 Schwingungen bevor die Bogen ſo klein werden, daſs ſich das Ende jeder einzelnen Schwingung nicht mehr deutlich erkennen läſst. Beobachtet man die Zeiten des Anfangs und des Beendigens der auf einander folgenden Schwingungen auf die in dem Beiſpiel Seite 23 nachgewieſene Weiſe, ſo läſst ſich daher die Dauer jeder Anzahl von Schwingungen ſchnell und genau bis auf Theile einer Secunde beſtimmen. Nimmt man daher 400 als die beobachtete Anzahl, und 42′ oder 2520″ als die Zeitdauer derſelben, ſo würde die jährliche Verminderung der Neigung um 3′ eine Vermehrung in dieſer Schwingungszeit von 2,2 Secunden hervorbringen. Sie iſt alſo bedeutend genug, um zu dem Verſuche aufzumuntern, beſonders wenn man ein Mittel aus vielen Beobachtungen in jedem Jahre nimmt; in welchem Fall es rathſam ſeyn dürfte Beobachtungen, die in aufeinander folgenden Jahren in derſelben Jahrszeit, und vielleicht auch in derſelben Tagesſtunde gemacht worden, mit einander zu vergleichen. Doch haben die Verſuche der Hrn v. Humboldt und Gay-Luſſac gezeigt, daſs wenn auch eine ſtündliche Variation der Stärke der magnetiſchen Kraft Statt finden ſollte, ſie doch nicht hinreicht eine wahr-

nehmbare Wirkung in einer bis auf 1234 Secunden ſteigenden Schwingungszeit, die an verſchiedenen Stunden des Tages und in der Nacht wiederholt würde, hervorzubringen.

9. *Schluſs.*

Es ſcheint aus dieſer Unterſuchung hervorzugehn, daſs ſich die magnetiſche Neigung unmittelbar mit Mayer's Nadel innerhalb einer viel kleineren Fehler-Gränze als mit Nadeln von den bisher üblichen Einrichtungen beſtimmen läſst, indem die Reſultate blos ſolchen Fehlern ausgeſetzt ſind, welche ſich durch Wiederholung reduciren laſſen. Denn in den zehn Verſuchen, welche ich der Geſellſchaft vorgelegt habe, beträgt die gröſste Abweichung eines derſelben von dem Mittel nicht über 3 Minuten. Man iſt daher berechtigt anzunehmen, daſs die directen Beobachtungen einer hinlänglich groſsen Genauigkeit fähig ſind, um uns zu rechtfertigen, wenn wir ſie in kurzen Zwiſchenzeiten in der Abſicht wiederholen, um über die Gröſse der magnetiſchen Neigung und über die Gleichförmigkeit der Veränderungen, denen ſie an demſelben Orte unterworfen iſt, eine genaue Kenntniſs zu erlangen.

Z u ſ a t z.

Notiz von Kapit. Sabine's Expedition nach Spitzbergen, und von den neueſten Entdeckungs-Reiſen in das Nord-Polar-Meer, der Kapp. Parry, Kotzebue, Titow u. Scoresby.

(*Nach öffentlichen Nachrichten.*)

1. Kapitain Sabine hat an der neueſten Entdeckungs-Reiſe des Kapit. Parry nicht Antheil genommen; dagegen wurde ihm ein anderer ehrenvoller Auftrag der brittiſchen Regierung zu Theil, von welchem er noch nicht zurückgekehrt iſt, und über den Folgendes in öffentlichen Blättern bekannt gemacht wurde.

„Die kön. Kriegsſloop *Griper*, welche zu Deptford ausgerüſtet wurde, um mit Kapitän Sabine nach Grönland und Spitzbergen zur genauern Beſtimmung der Länge des Secunden-Pendels in dieſen hohen Breiten abzugehn, verlieſs im Monat Mai 1823 die Nore (Landſpitze an der Themſe-Mündung). Nach einer beſchwerlichen und langweiligen Fahrt lief ſie am 2ten Juni in die Bai von *Hammersfors* im norwegiſchen Lappland in gutem Stande ein. Kapit. Sabine wollte 2 oder 3 Wochen an dieſem erſten Beobachtungsorte bleiben, dann nach *Spitzbergen*, dem zweiten Beobachtungsorte gehn, und von da nach der *öſtlichen Küſte Grönlands* ſegeln, ſo weit nördlich als das ewige Eis es verſtatten würde, und nachdem man dort am Lande die beabſichtigten Beobachtungen gemacht haben würde, dieſe noch unerforſchte Küſte nach Süden unterſuchen. Bei dem Rückwege von hier nach England ſollte die Sloop in *Island* anlegen, und dann über *Drontheim* in Norwegen, dem vierten Beobachtungsorte, etwa im November nach England zurückkehren.

2. Am 9ten Auguſt 1823 hat der kaiſ. ruſſiſche Schiffs-Kapit. Kotzebue zu Kronſtadt eine neue Entdeckungs-Reiſe um Cap Horn in die Südſee angetreten, in einer ausdrücklich zu dieſer Expedition gebauten Corvette von 24 Kanonen. Sie iſt mit 13 Officieren und 80 Matroſen beſetzt, ſämmtlich Freiwilligen aus der kaiſerl. Marine, und hat überdem 2 Aerzte (unter ihnen Dr.

Eschscholz, den Begleiter von Krusenstern), 2 Naturforscher, 1 Astronomen (Preifs, Adjunct der Dorpater Sternwarte), 1 Mineralogen und 1 Physiker am Bord. Den 21sten August kam diese Corvette auf der Rhede von Kopenhagen an. Die Entdeckungs-Reise soll 3 Jahre dauern; Kapit. von Kotzebue wird (Instrumente zum Beobachten in England einnehmen, und) seine Instructionen in Kamtschatka finden, wohin er zunächst geht.

3. (London den 18 October 1823.) Ein unerwartetes freudiges Ereignifs läfst heute plötzlich die Politik vergessen. Kapitän Parry, den man fast schon für verloren hielt, ist in Whitby gelandet, und kam mit Extrapost diesen Morgen hier an, während seine beiden Schiffe (*Fury* und *Hekla*) mit welchen er vor drittehalb Jahren die dritte Entdeckungsreise nach dem Polarmeere antrat, den Weg nach der Themse längs der Küste nehmen. Wenn gleich sein Vorhaben nicht gelungen ist, so haben wir doch Ursach uns zu freuen, dafs ein so erfahrner, kühner und kenntnifsreicher Seefahrer wohlbehalten zurückgekehrt ist, und seine unerschrockenen Gefährten bis auf 5 Mann gesund und guten Muthes in ihr Vaterland zurück gebracht hat.

Im Sommer des Jahres 1821 hat Kapit. Parry im nördlichen Theile der Hudsons-Bai zuerst die *Repulse-Bai*, dann die von Sir Thomas Roe entdeckte und von ihm *Welcome* genannte Meerenge, und endlich den eisigen Meeresarm erforscht, der den Namen des Entdeckers desselben, *Middleton*, führt. Da sich weder nach Norden noch nach Westen eine Durchfahrt fand, so überwinterten die Schiffe hier an der Südseite einer Insel, welcher Kapit. Parry den Namen *Winter-Insel* gegeben hat, unter 66° 11' nördl. Breite und 83° westl. Länge von Greenwich. Während des Winter-Aufenthalts hatten die Seefahrer mit einem Stamme der eingebornen Eskimos in gutem Einverständnifs gelebt, und nach dem, was sie von ihnen erfuhren, hegte Kap. Parry Hoffnung, dafs er von hier aus die ersehnte nordwestliche Durchfahrt auffinden werde. Er setzte daher eifrig im folgenden Sommer 1822 seine Untersuchungen im Norden fort und durchsuchte alle westlich gehende *Buchten*, gelangte aber doch nicht weiter als in einen Sund oder eine Meerenge, welcher nach Osten zu von der Küste des fe-

ſten Landes Amerika's, und nach Weſten von der nördlichen Inſelgruppe begränzt wird, in welcher Kapit. Parry auf ſeiner vorigen Reiſe überwintert hat. Der Zweck, die Nordgränze des feſten Landes von Amerika zu beſtimmen, ſcheint alſo wenigſtens erfüllt zu ſeyn.

Kapitän Parry drang nun noch 2° weiter weſtlich vor, in der Hoffnung die nordweſtliche Durchfahrt zu bewerkſtelligen; allein als er in den engſten Theil des Sundes gelangte, fand er ihn von Eis verſperrt, welches alle Kennzeichen immerwährenden Eiſes hatte, das keiner Jahrszeit (oder ihr nur in auſserordentlichen Fällen) weicht, und die Expedition muſste ſich entſchlieſsen hier unter 69° 20′ Breite und 81° 50′ weſtl. Länge zu überwintern. Da während des Sommers 1823 das Eis ſo feſt zuſammenhängend blieb, daſs auf keine Durchfahrt zu hoffen war, muſste er endlich der Unternehmung entſagen und nach England zurückkehren. Er hat nur 4 Mann durch Krankheit und einen durch Zufall verloren *).

4. (Aus der Hamb. Zeit. vom 9t. Nov. 1822.) Der bekannte Kapit. Scoresby, dem man bereits ſo viele gründliche Aufklärungen über Grönland, und den dortigen Wallfiſchfang verdankt, hat ſich neue ausgezeichnete Verdienſte um Nautik und Geographie erworben. Am 19ten October kehrte er mit ſeinem Schiffe *Baffin* von Grönland nach Liverpool zurück. Die 9 Wallfiſche, welche der Preis ſeiner dieſsjährigen Fahrt waren, wurden vorzüglich an der *Oſtküſte* des *alten* oder *öſtlichen Grönlands* gefangen, welches man das verlorne nennt. Dieſe von Europäern ſo lange nicht geſehene Küſte behielt er 3 Monate lang im Auge, und ſtellte auf ihr naturhiſtoriſche und geographiſche Beobachtungen an.

*) Schon im November hieſs es in öffentlichen Nachrichten aus London, die Admiralität beabſichtige noch eine Entdeckungsreiſe nach dem Polarmeere, wiederum unter dem Befehl des Kapit. Parry, und zwar dieſes Mal durch die Behringsſtraſse; ein beſonderes Proviantſchiff ſolle dieſelbe bis Kamtſchatka begleiten. Späterhin wurde der Plan auf Erforſchung der Prinz-Regent-Einfahrt in der Barrow-Straſse, durch die man in das offne Meer an der Nordamerikaniſchen Küſte und zu den Mündungen des Kupferminen- und des Makenzie-Fluſſes zu gelangen hofft, beſtimmt.

Er hat sie von 75° bis abwärts 69° Breite aufgenommen, und findet, daſs sie, Krümmungen und Einbuchten mit gerechnet, etwa auf 800 engl. Meilen weit sich erstreckt, als eine nördlich laufende Fortsetzung derjenigen, auf der im 8ten Jahrhundert die alten Ansiedelungen von Island aus angelegt wurden. Er entdeckte hier mehrere sehr bedeutende Einfuhrten; einige derselben erstrecken sich wenigstens 60 engl. Meilen weit von der Küste landeinwärts, und selbst dort war das Ende noch nicht sichtbar. Die Zahl und Ausdehnung dieser Einfuhrten, die Richtung derselben, und die vielen Inseln, die längs der Küste hin liegen, lieſsen Hrn Scoresby vermuthen, daſs das ganze Land blos eine Inselgruppe sey, und daſs einige Einfahrten Meerengen seyen, die mit der Baffins-Bai in Verbindung stehen. Die allgemeine Gestalt ist der sehr unähnlich, welche sie auf den See-Karten hat; die Irrung beträgt auf den meisten Karten nicht weniger als 15 Grad. Kapit. Scoresby hat an verschiedenen Theilen der Küste und an den Buchten gelandet, und überall Spuren von Bewohnern entdeckt, und noch dazu augenscheinlich ganz frische Spuren. An einem Orte fand er ein bedeutendes Dorf, dessen Hütten verlassen waren, und zwischen denen sich viele Gräber befanden. Er hat von dort Probestücke des Hausgeräthes und der Fischerwerkzeuge der Bewohner mitgebracht. Obwohl das Wetter auf der See im Allgemeinen kalt war, stand das Thermometer auf den Hügeln bei dem Dorfe doch nur auf 38° bis 40° F.; es war heiſs und schwül, und die Luft von Mücken durchschwärmt. Auch viele Pflanzen und Mineralien (hauptsächlich Gebirgsarten), auch einige zoologische Merkwürdigkeiten hat er mitgebracht. Thiere der höhern Ordnung sind dort selten, doch schoſs er einen weiſsen Hasen, und fing ein mäuseähnliches Thier mit kurzem Schwanze.

4. (St. Petersburg im Nov. 1823.) Von dem im Juli zu geographischen Entdeckungen nach Island abgegangenen Kapitän Titow haben wir hier Nachrichten aus Plymouth erhalten, wo er auf seiner Rückreise eingelaufen ist. Mit ziemlichem Glücke hat er seine Aufträge vollzogen, konnte sich aber wegen des Treibeises weder nördlich von Island hinauf wagen, noch diese Insel umschiffen.

II.

Geognostische Beschreibung der Hervorragungen des Flötzgebirges bei Lüneburg und bei Segeberg;

mit einem Anhange über die Richtung der Norddeutschen Flußthäler, und die Lüneburger Heide;

von

Dr. Friedr. Hoffmann, Priv. Doc. in Halle *).

(Mit einer petrographischen Karte.)

Die Gypsfelsen von Lüneburg und von Segeberg treten so unerwartet aus dem aufgeschwemmten Lande der norddeutschen Ebene hervor, ihr Erscheinen ist dem Geologen, welcher die Verbindung der deutschen Gebirgsarten mit den nordischen zu erforschen trachtet, zugleich so willkommen und räthselhaft, daſs es mir nicht überflüſsig schien diese fast einzigen Orientirungspunkte in jener geognostischen Einöde, von neuem einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. Dieser Gegenstand fesselte um so mehr meine Aufmerksamkeit, als eine mehrjährige Beobachtung in den Flötzgebirgen Nord-Deutschlands mich merkwürdige Verhältnisse des ältern Flöz-Gypses zu der Form

*) Daſs dieser reichhaltige Aufsatz sich schon seit dem 28sten Juni 1823 in meiner Hand befindet, glaube ich dem Hrn Verf. schuldig zu seyn hier ausdrücklich zu bemerken. *Gilb.*

und Richtung der Gebirgszüge, ſo wie zu den Schichtungs-Erſcheinungen der jüngeren Gebirgslagen hatte auffinden laſſen *). Es tritt dieſe durch eine ſpätere Revolution in den früheren Verband der Flöz-Schichten wunderbarer Weiſe eingeſchobene Gebirgsart, immer begleitet von Zeichen einer gewaltſamen Hervorhebung und Zertrümmerung der umgebenden Maſſen an die Oberfläche; die Zerſtörungen, welche ſie veranlaſst hat, gehören ſelbſt zu den nächſten Bildungs-Urſachen der ungeheuren Anhäufungen von Gebirgs-Trümmern, welche, in den Lagern der Braunkohlen und der Mammouth-Knochen mit ihren Begleitern, die Reſte einer plötzlich vernichteten Thier- und Pflanzen-Welt einſchlieſsen. Wenn wir mitten in ſolchen unermeſslichen Zerſtörungen vereinzelte Gyps-Berge erblicken, ſollte das nicht vielleicht allein ſchon hinreichen, bei ihnen analoge Verhältniſſe der Entſtehung zu vermuthen? Dieſe Betrachtung, verbunden mit der Belehrung, welche ich der Güte des Hrn Prof. Weiſs, der den Berg von Lüneburg auf einer ſchnellen Durchreiſe geſehn, und den Bemerkungen des Hrn Hofr. Hausmann in ſeiner Reiſe nach Scandinavien verdanke, wird die Ueberzeugung rechtfertigen, welcher zu Folge ich ſchon früher der von Hrn

*) Einige Belege für dieſe Behauptung, ſo wie die nähere Betrachtung des ganzen Phänomens, habe ich in einer vor kurzem erſchienenen Schrift: *Beiträge zur genaueren Kenntniſs der geognoſtiſchen Verhältniſſe Norddeutſchlands* Th. 1 S. 83 f. zu entwickeln verſucht. Was ich darin vor etwa 2 Jahren ſchrieb, hat ſich mir ſeitdem durch fortgeſetzte Beobachtungen für den Landſtrich von der Elbe bis über die Weſer hinaus vielfach aufs Neue beſtätigt. *H.*

Prof. Steffens aufgeſteilten Anſicht über das Alter jener Gypsberge widerſprechen zu müſſen glaubte *). Was mir Beſtimmtes über dieſen Gegenſtand aus eigner ſorgfältiger Anſchauung ſpäter zu ermitteln gelang, iſt die folgende Darſtellung zu entwickeln beſtimmt.

1. Der *Gypsberg* (ſogenannte Kalkberg) bei *Segeberg*.

Schon aus Hrn Prof. Steffen's Darſtellung geht hervor, daſs der Berg von Segeberg ſich in der relativ höchſten Gegend von Holſtein befindet, von welcher die Hauptflüſſe des Landes nach entgegengeſetzten Richtungen herabflieſsen. Seine Höhe über dem Spiegel der Oſtſee beträgt nach Meſſungen durch Zenith-Diſtanzen, welche Hr. Prof. Schumacher angeſtellt hat, 263,64 par. Fuſs. Ueber dem benachbarten ſogenannten *groſsen See* erhebt er ſich nach meinen Barometer-Meſſungen ſchnell zu 185,77′. Seine ſcharf und eckig begränzten Umriſſe zeichnen ihn ſchon früher vor ſeinen Umgebungen aus, und wenn gleich die Zerſtörungen, welche der ſeit Jahrhunderten in ihm betriebene Steinbruch veranlaſst, ihn faſt der ganzen öſtlichen und ſüdlichen Hälfte beraubt haben, ſo ergänzt ſich doch leicht aus den Trümmern ſeine urſprüngliche Kegelgeſtalt. In der That gleicht auch die Form dieſes Berges, welche C. Dankwerth's Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts bewahrt, auffallend der herrſchenden Form der Baſaltberge, und noch jetzt ruft ſeine Fern-Anſicht leichter den

*) Vergl. meine angef. Schrift S. 90. *H.*

Porphyr und ſeine verwandten Gebirgsarten als den Gyps des Flözgebirges in das Gedächtniſs *).

Dieſer *Gyps*, aus welchem die Maſſe des Berges beſteht, gehört ſelten der *dichten* Abänderung; gewöhnlich iſt er fein und verworren *körnig-blättrig*, weiſs oder von perlgrauer und hellbläulich-grauer Farbe, hin und wieder mit einzelnen dunkleren Streifen und Flecken durchzogen. Groſsblättriger Gyps und *Fraueneis* treten nur ſelten in ihm auf; noch ſeltner und nur auf unbedeutende Trümmer beſchränkt, zeigt ſich der *Faſergyps*. Die dichten Gypsmaſſen erſcheinen oft durch Beimengungen von dunkel geſärbtem vielleicht bituminöſem *Thone* verunreinigt, und bilden dann gleichförmig fortſetzende Bogen von dünn-ſchiefriger Structur, grob-erdigem Bruch, und groſser Zerbrechlichkeit. Sehr unregelmäſsig durch das Ganze vertheilt tritt ein feiner weiſser *Quarzſand* im friſch kryſtalliniſchen Geſteine auf; ſeine Anweſenheit verräth ſich friſch durch ein rauhes Anfühlen; mehr noch erkennt man ihn im gebrannten Zuſtande bei techniſcher Benutzung durch den Mangel an Bindekraft.

Charakteriſtiſcher, und auch allgemeiner durch den Gyps verbreitet, findet ſich ein ausgezeichnet ſchöner *Anhydrit*, kryſtalliniſch blättrig, von graulicher Farbe und ſtark durchſcheinend, in Trümmern, die bis über 1″ lang und bis 2‴ breit, ſcharf abgeſondert, die körnige Gypsmaſſe nach allen Richtungen durchziehn. Die dreifachen Blätter-Durchgänge ſchneiden

*) Man ſehe das Profil der weſtlichen Steinbruchs-Wand auf der petrographiſchen Karte Taf. I. *H.*

ſich rechtwinklig; zwei von ihnen, lebhaft glasglänzend, mit einer Neigung in den Perlmutterglanz, ſcheinen gleichwerth zu ſeyn; ein dritter iſt matt, und einer Kante parallel ſchwach geſtreift.

Steinſalz, der gewöhnliche Begleiter des Anhydrit, fehlt auch hier nicht ganz; eine Stelle von geringer Ausdehnung in dem Steinbruche, das *Salzloch* genannt, die beſtändig mit einem ſalzig ſchmeckenden Beſchlag überzogen iſt, ſcheint innig davon durchdrungen zu ſeyn. Auch hat man vor mehreren Jahren an einer andern Stelle des Steinbruchs einen ſchön durchſichtigen Steinſalz-Würfel gefunden, der bei dem Verſuch ihn aus der umgebenden Gypsmaſſe herauszubrechen zertrümmert worden iſt *). Bei tiefen Bohr-Verſuchen im Jahre 1807 ſind ebenfalls einige ſalzhaltige Stellen angebohrt worden **). *Wäſſer* von merklichem *Salzgehalt* quellen erſt in faſt 2 Meilen Entfernung, und umgeben den Gypsberg gegen SW in einem weiten Halb-Zirkel, von *Oldesloe* über *Trau* bis nach *Bramſtedt* hin. Sollten ſie einem Steinſalzlager, das unter dem Gyps liegen möchte, ihren Urſprung verdanken, ſo würde man die Spuren davon

*) Dieſe Nachricht erhielt ich durch die Güte des Hrn Senator Magnus in Segeberg, deſſen thätiger Antheil an meinen dortigen Beobachtungen mich ihm dankbar verpflichtet hat. *H.*

**) Dieſe Bohrverſuche, deren Zweck war Steinſalz aufzuſuchen, wurden auf 2 Bohrlöchern betrieben, deren eines in der Tiefe des aufgeräumten Schloſs-Brunnen's etwa 200' unter der Spitze des Berges angeſetzt, und von dort noch 308¾' tief niedergeſtoſsen wurde; das andere ging aus dem Steinbruche ſelbſt zu 319' nieder. Mit beiden iſt der Gyps nicht durchſunken worden. *H.*

freilich vorzugsweiſe gegen Süden zu ſuchen haben. Vielleicht iſt es indeſs hier allein die innige Durchdringung vieler Stellen dieſes Gypſes mit Steinſalz, welche den Salzquellen ihr Daſeyn giebt. Die allmälige Auflöſung unzähliger fein zerſtreuter Salztheilchen, und das beſtändige Ausgleichen des verſchiedenen Ganges des Auflöſens an einzelnen Punkten durch das Zuſammenflieſsen, ſcheint das zu ſeyn, was dieſen Wäſſern die Gleichförmigkeit ihres Gehaltes ſichert, und vielleicht nähren ſie ſich fortwährend von dem Gypsgebirge auf eben die Art, wie die heiſsen Quellen durch Zerſetzung der nicht oxydirten Partikelchen vulkaniſcher Gebirgsarten hervortreten *).

*) Vergl. Leop. v. Buch in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften von 1818 und 1819 S. 65. Dieſe Vorſtellung von dem Urſprunge der heiſsen und vielleicht auch vieler andern Mineralquellen, läſst ſich vielleicht mit beſonderm Erfolg auch auf die zahlloſen *Salzquellen* anwenden, welche dem Gypsgebirge des ſüdöſtlichen Harz-Randes ihren Urſprung verdanken. Denn ſchon oft iſt es bemerkt worden, wie in jener mächtigen Gyps-Bildung, die der Bergbau ſo mannigfach aufgeſchloſſen hat, kaum noch ein Steinſalz-Lager von einiger Ausdehnung kann überſehn worden ſeyn, während auf der andern Seite ſelbſt alle Grubenwäſſer, welche aus ihr hervorkommen, ſich (nach Freiesleben's Bemerkungen) durch einen ſchmeckbaren Salzgehalt, oder doch im Allgemeinen durch eine gröſsere ſpecifiſche Schwere auszeichnen. Schwache Einmengungen von Steinſalz können leicht der Aufmerkſamkeit der Beobachter entgangen ſeyn, und es iſt vielleicht nicht unwichtig deshalb Freiesleben's Nachricht von Steinſalz-Trümmern im Gypſe von *Bottendorf*, und Hausmann's Auffindung fein zerſtreuter Steinſalz-Partikelchen im Gyps von *Thiede* in's Gedächtniſs zu rufen. *H.*

Das Vorkommen der *Boraciten* in dem Segeberger Gyps ist bekannt; Pfaff's Analyse hat über ihre chemische Beschaffenheit entschieden *). Ihre Krystallform ist, der Kleinheit der einzelnen Krystalle ungeachtet, sehr kenntlich der Würfel, mit Andeutung von Flächen des Granat-Dodecaeders. Spuren von tetraedrischer Abstumpfung der Ecken sah ich niemals. Der Fundort dieses interessanten Fossils liegt in der steil abgebrochenen Felswand an der Ostseite des Hauptfelsens. Bei hellem Sonnenschein unterscheidet man die Boraciten leicht als blitzende Pünktchen in der matt-schimmernden fein-körnigen Grundmasse.

Der Umfang der Gypsmasse, welche ich bis hierher beschrieben habe, an der ringsum scharf bezeichneten Basis des Berges beträgt ungefähr 240 Rheinl. Ruthen. In S und W schneidet sie sich schnell und spurlos gegen das aufgeschwemmte Land ab; in N und O aber wird sie in einer Höhe von etwa 150′ unter dem Gipfel, von einem *Stinkstein-Lager* von unbekannter Mächtigkeit umlagert, welches fast ganz durch die Gebäude und Gärten der Stadt versteckt ist. Diesen Stein hat Hr. Prof. Steffens schon angeführt und dessen äussere Charakteristik gegeben. Sein urinöser Geruch ist schwach, jedoch beim Aufschlagen grösserer Stücke sehr merklich. Man findet in ihm oft kleine rundliche Höhlen mit Eisenocher gefüllt, die von zersetzten Schwe-

*) Siehe Schweigg. Journ. d. Ch. VIII. 1813 S. 131. Die weiter nicht bestätigte Beobachtung fein eingesprengten Bernsteins im Segeberger Gyps, welche Hr. Pfaff seiner Analyse hinzufügt, findet höchst wahrscheinlich ihren Grund in irgend einer Täuschung. *H.*

felkiefen herzurühren fcheinen. Er bricht in mehr als Zoll-ftarken Platten, die man zu Mauern, Tritt-fteinen nnd ähnlichen Zwecken verwendet; nur in einem Gärtchen an der Nordfeite des Berges fieht man ihn deutlich neben dem Gyps anftehn.

Schichtung ift in dem ganzen Felfen fehr deutlich wahrzunehmen. Sie ift grofsentheils grob und mit fehr rauhen Abfonderungs-Flächen. Befonders ausgezeichnet in den Thon-reichen Lagen, veranlafst fie ein Gefüge, das dem Schiefrigen nahe kommt, während die herrfchenden Schichten Bänke von einigen Fufs Mächtigkeit bilden. Die Streichungs-Linie bildet einen wahren Halbmond, und geht von der 6ten Stunde in allmähliger Krümmung durch St. 7, 8 u. f. w. bis in St. 12 über. Das Fallen geht danach im Allgemeinen von N bis gegen O herum, durchgehends fteil, unter Winkel die wohl nirgends geringer als 60° find *). Bei fo fteiler Stellung fehlt es nicht an Schwankung, befonders gehn die fchiefrigen Schichten an einzelnen Stellen bis zur fenkrechten über, ja in einer am SO-Ende befindlichen, vermuthlich durch einen alten Steinbruch entftandenen Schlucht, fallen die ftarken Bänke deutlich etwa 70° W-wärts. An der bezeichneten Gränze mit dem Stinkftein kann man eine partielle Ueberftürzung, in etwa 20 Schritt Breite, bei vollftändiger Entblöfsung der fächerförmig gefchichteten Felswand verfolgen; man

*) Diefem Umftande mag man es zufchreiben müffen, dafs der Gyps bei den oben angeführten fenkrecht niedergehenden Bohr-Verfuchen eine fo ungewöhnliche Mächtigkeit zu zeigen fchien. *H.*

ſieht dort den Gyps in dünnen Schichten zu erdigem Mehl-Gyps aufgelöſt, und mit einem Streichen in St. 9 und mit 60° SW-Neigung über den Stinkſtein herfallen, während er dicht dabei ſich ſenkrecht aufrichtet und dann ſchnell in die entgegengeſetzte Neigung übergeht. Auffallende Zerklüftung zeigt ſich faſt nirgends, nur in den ſchwachen Thon-Gyps-Lagen wird ſie bemerkbar, und an dem Süd-Abhange des Berges, wo die ſteil aufragenden Schichten-Köpfe ſich in die überliegende Schutt-Maſſe zerſplittern, vor welcher am Fuſse ein mächtiges Ziegelthon-Lager liegt.

Nordoſtwärts dieſer Haupt-Gypsmaſſe finden ſich unverkennbare Spuren eines neu aufſetzenden Lagers gleicher Art, in einer ſehr niedrigen Hügelreihe, an den Ufern des *groſsen Sees* hinter *Stipsdorf*. Deutliche Aufwürfe alter Halden liegen hier voll Bruchſtükken eines Geſteins, welches dem von Segeberg durchaus ähnlich iſt. Die tief ausgehöhlten Gruben, welche zum Theil trichter-förmigen Erdfällen gleichen, ſind mehr als 20 Fuſs hoch mit Dammerde und Leimen bedeckt; ſie ſtreichen in der Richtung von NW nach SO, und endigen gegen SO mit einem aufgeſchwemmten Höhenzuge, deſſen höchſter Punkt, der *Kogelsberg*, über *Steinbeck* ſich beſonders hervorhebt *). Das Land zwiſchen dieſen Hügeln und

*) Dieſer Höhenzug iſt es, in welchem ſich Spuren von *Muſchel-Kalkſtein* gefunden haben, deren Hr. Garlieb in ſeiner Beſchreibung der Inſel Bornholm gedenkt. Die deshalb angeſtellten Verſuche zur Auffindung eines Kalkſtein-Flözes ſind nicht befriedigend ausgefallen, doch hat man in einer Mergel-Grube zwiſchen Stipsdorf und Schieren ſcharfeckige groſse

dem Berge von Segeberg ift flach, und verräth keine Spur einer anftehenden ältern Gebirgsart.

Der hervorragende Punkt im Boden des *grofsen Sees*, von welchem Hr. Steffens einen kreide-artigen Mergel heraufzog, wird allgemein für einen Felfen gehalten. Er liegt den erwähnten Hügeln von Stipsdorf ungefähr gegenüber, und ift 4′ bis 6′ hoch mit Waffer bedeckt. Mit ihm endigt in N die Zahl der Punkte, welche uns Auffchlufs über die innere Conftitution des Bodens geben können *). Bevor wir indefs zu einer allgemeineren Betrachtung derfelben übergehn, wird es nöthig feyn, zu vergleichen, was von den hier beobachteten Verhältniffen fich bei Lüneburg zeigt, und in wie weit diefe beiden Gegenden fich einander gegenfeitig aufklären können.

Blöcke von einem rauch-grauen dichten Kalkftein getroffen, welche mit Sicherheit auf ein nahes Anftehn derfelben Gebirgsart fchliefsen laffen. Es ift vielleicht nicht überflüffig zu bemerken, dafs ähnliche Kalkftein-Bruchftücke gleichfalls in einer Mergelgrube bei *Trittau*, 3 Meilen füdwärts von Oldesloh, gefunden worden find. *H.*

*) Die Nachricht von einem *Gyps-Bruche* zu *Breitenburg*, nahe bei *Itzehoe*, welche fich in F. Thaarup's Verfuch einer Statiftik der Dänifchen Monarchie I, 194 findet, erhielt ich leider zu fpät, als dafs ich durch eigne Nachforfchungen etwas von den näheren Verhältniffen deffelben hätte ausmitteln können. Seine Entdeckung foll, den Nachrichten zu Folge, welche die HH. Domeyer und von Seydewitz in den Schleswig-Holfteinfchen Provinzial-Berichten (Jahrg. 1789 Heft 2 u. 5) davon gegeben haben, durch einen Erdfall im Jahre 1780 veranlafst worden feyn. Sehr auffallend ift es, in einer fpätern naturgefchichtlichen Befchreibung von Schleswig und Holftein

2. Der *Gypsberg* (ſogenannte Kalkberg) von *Lüneburg* und ſeine nächſte Umgebung.

Der *Kalkberg von Lüneburg* liegt als ein Vorhügel am Nordrande der Heide *), noch umgeben von flachen Anhöhen, über die er nur wenig hervorragt. Sein Anſteigen iſt daher minder plötzlich als das des Segeberges, und ſeine äuſsere Geſtalt zeichnet ihn minder aus. Er iſt oben wenig ſchmaler als unten, und obſchon ſein Umfang nirgends ſcharf begränzt iſt, doch bedeutend gröſser als der Berg von Segeberg. Seine Höhe über dem Spiegel der Ilmenau beträgt, nach einer einmaligen Barometer-Meſſung, 164,36 par. Fuſs, und von dort aus bis zur Nordſee mögen wohl kaum über 20 Fuſs Fall Statt finden. Sein Geſtein gleicht im Allgemeinen dem von Segeberg, nur iſt es groſskörniger, ſelten dicht, und trägt deutlicher den Charakter der Blätterung des älteren Flöz-Gypſes; in einzelnen Maſſen iſt es durch Eiſengehalt blaſs fleiſchroth gefärbt, und zuweilen getüpfelt voll röthlicher und grauer Fleckchen. Fraueneis ſieht man oft in groſsen Maſſen darin ausgeſchieden, waſſerklar und groſsblättrig; nicht ſelten haben ſich davon auf Klüften bedeutende, von Rotheiſenocher durchdrungene Druſen gebildet, welche ſelbſt deutliche Kryſtalliſationen

durch Kuſs (1817) nichts von einem Steinbruche bei Breitenburg erwähnt zu finden, wenn gleich des Verfaſſers Wohnort kaum 2 Meilen davon entfernt liegt. *H.*

*) Ueber ſie vergleiche man den Anhang; mit der folgenden Beſchreibung aber die petrographiſche Karte der Umgebungen von Lüneburg auf Taf. I. *H.*

enthalten. Die feinkörnige Maſſe wird oft ſehr gleichförmig, ſchön weiſs, in ſtarken Stücken durchſcheinend, ein vollkommner *Alabaſter.*

Thonhaltige Schieferſchichten, deren Ablöſungen mit kryſtalliniſchen Strahlen von ſehr dünnblättrigem Gyps bekleidet ſind, fehlen auch hier nicht. Statt des feinen Quarzſandes treten hier in einzelnen Theilen der Gypsmaſſe deutliche *Quarz-Kryſtalle* auf, die eine Länge von 2 bis 3''' erreichen. Ihre Farbe iſt hell rauchgrau, ſelten dunkler gewölkt; ſie ſind gewöhnlich halb-durchſichtig, und haben nichts Auffallendes in der Kryſtallform; aus der innig ſie umſchlieſsenden Gyps-Bekleidung geht die ſechsſeitige Säule mit dihexaedriſcher Zuſpitzung hervor, ſtets an beiden Enden auskryſtalliſirt. Unabhängig von den Quarzkryſtallen erſcheinen die *Boraciten* in einzelnen Schichten, welche die Mitte des Berges durchſchneiden; die reinſten Abänderungen umgiebt ein feinkörniger blaſsröthlicher Gyps. Ihr Verwittern in dieſer kryſtalliniſchen Umhüllung, iſt ein intereſſanter Beweis von der beſtändigen Fortdauer partieller Zerſetzungen in dem anſcheinend für die chemiſchen Agentien unzugänglichen feſten Geſtein. Dieſe Verwitterung macht die Boraciten trübe ſchmuzig-weiſs und ganz undurchſichtig; ſie verlieren allmälig an Härte, zerfallen zuletzt ganz und laſſen eine leere Höhlung zurück, in welcher etwas Gelb-Eiſenocher die rauhen Wände bekleidet. Dieſe Erſcheinungen, welche die hieſigen Steinbruchs-Arbeiter das Verrotten der Steine nennen, folgen ſich ſchnell, wenn die Boraciten in gebrochenen Gypsſtücken der Luft und der Feuchtigkeit ausgeſetzt liegen. — Bekannt, und zuerſt von

L. Gmelin gefunden, ist das Vorkommen einzelner *Steinsalz-Körnchen* im Innern der Boracit-Krystalle; auch der umgebende Gyps ist häufig sehr fein mit Steinsalz durchdrungen, welches mit Bittersalz zu efflorescieren pflegt.

Vom Kalkberge aus scheint sich der Gyps unter dem gröfsesten Theile der Stadt zu verbreiten; ein *Erdfall*, der sich vor Jahrhunderten zwischen der Michaelis-Kirche und dem Markt ereignet hat, deutet auf sein Daseyn. Durch jenen Ort führt jetzt eine Strafse, das *Meer* genannt, deren Grund bestimmte Spuren verschütteter Häuser enthalten soll. In einem Salzbrunnen auf dem sogenannten *Sulzhofe* in der Stadt, hat man den Gyps wirklich wiedergefunden; auch hat man bekanntlich mit dem Soolschacht auf der Saline in 52′ Tiefe den Gypsfels erreicht, aus welchem der östliche Zuflufs der reichen Salzquellen unmittelbar hervorsprudelt. Nicht minder verräth sich der Gyps in einem kleinen hervorragenden Felsen, welcher in der Tiefe des Stadtgrabens bei der sogenannten *Aschen-Kuhle* zwischen dem Bardowiker- und Neuem-Thore ansteht; sein Gestein ist fein rauchgrau und weifs gestreift, und unmittelbar an ihm entspringt eine starke Salzquelle, die ungenutzt abläuft.

Mehr isolirt, und wenigstens in keiner nahen unmittelbaren Verbindung mit unserm Haupt-Felsen, zeigt sich die gleiche Gebirgsart im *Schildstein*, kaum ¼ Stunde westwärts der Stadt. Der Berg, welcher vormals hier stand, ist nun abgetragen, und anstatt seiner findet man eine Grube von mehr als 50′ Tiefe und über 500 Schritt Umfang ausgehöhlt. Der Gyps ist hier vorwaltend dicht und klein-körnig, verwaschen hell

und dunkelgrau gefärbt, und mit schwarzen und röthlichen Adern durchzogen. Nicht selten findet man in ihm auf schwachen Klüften einen schön blättrigen *Rotheisenrahm*, dessen hoch-kirschrothe Farbe mit metallischem Schimmer fast an den Anblick von gediegenem Kupfer erinnert. *Anhydrit*, der im Kalkberge fehlt, ist diesem Gypse nicht selten beigemengt; er ist gewöhnlich hellgrau, krystallinisch-blättrig, nicht selten auch in kleineren Stücken dicht und hell bläulich-grau, dem bekannten schönen Steine von Sulz am Neckar ähnlich. Ganz neuerlich hat man auch im Schildsteine *Boraciten* gefunden, welche sich durch ihre tetraedrische Krystallisation, verbunden mit den Flächen des Würfels und des Granat-Dodecaeders auszeichnen. Ihre Farbe ist meistentheils dunkel-graubraun, ihre Durchscheinenheit ist gering, und der Gyps in welchem sie sich finden kleinkörnig, dunkelrauhgrau und weiſs gefleckt, und reich an blättrigem Anhydrit. Zugleich mit ihnen fand sich auf der Sohle des Steinbruchs *Steinsalz* in eckigen Trümmerchen, welche wohl kaum über ½ Zoll im Durchmesser erlangen, durchscheinend, von matt honiggelber Farbe. Das Wasser, welches in mehreren Quellen aus der Tiefe des Schildsteins hervortritt, besitzt einen ansehnlichen Salzgehalt.

Zwischen dem Schildstein und dem Kalkberge breitet sich ein weiter, flacher Wiesengrund aus, den ein dunkler fetter Thonboden von unbekannter Mächtigkeit anfüllt; auch in ihm hat man unzweideutige Spuren salzhaltiger Quellen bemerkt.

Schichtung kann diesem ausgedehnten Gypsgebirge so wenig als dem von Segeberg abgesprochen wer-

den; ſie iſt deutlich, wenn gleich ebenfalls ſelten nett und von ausgezeichneter Schärfe. Die einzelnen Schichten-Bänke ſind ſtark und die Abloſungen ſehr uneben; auch herrſcht in ihrer Richtung eine auffallende Unregelmäſsigkeit. Von O gegen W durchläuft das Streichen über $\frac{1}{3}$ des Horizontes; mit St. 4 und 70° NW Fall geht es durch die 6te Stunde mit ſenkrechter Stellung, bis in die 12te über; die Neigung bleibt ſteil, und Schwankungen zeigen ſich überall. Beſonders ſcharf und beſtimmt iſt die Schichtung im Schildſtein; das Streichen iſt dort St. 11 bis 12, das Fallen ſenkrecht bis gegen 70° oſtwärts. Eben ſo geſtürzt, bei St. 8½ Streichen, iſt das Fallen bei der kleinen Felsmaſſe im Stadtgraben.

Zerklüftung iſt bei Lüneburg häufiger als bei Segeberg; beſonders zeigt der Kalkberg viele Spuren davon, und häufiges Aufklaffen der Schichten an ihrem obern Ende begleitet eine mannigfache Zertrümmerung. Wenn gleich bei dieſer Zerrüttung keine Spuren ſchlotten-artiger Höhlungen ſichtbar werden, ſo verräth ſich ihr Daſeyn dennoch durch häufige *Erdfälle*, die ſich faſt jährlich, beſonders vor dem Neuen Thore wiederholen. Ungleiche Senkungen des Bodens ſcheinen überhaupt in der ganzen Umgebung bis in die neueſten Zeiten geſchehn zu ſeyn, denn kein einziger der Thürme Lüneburgs hat ſeine ſenkrechte Stellung behalten, und die Mauern alter Gebäude erſcheinen auf mannigfache Art verſchoben und aus ihren Fugen geriſſen.

Von einer unterliegenden Gebirgsart, welche zur Charakteriſtik unſers Gypſes dienen könnte, zeigt ſich keine Spur; deſto verſchiedenartiger ſind dagegen die

Vorkommnisse bedeckender Schichten. Zunächst als Aufliegendes deutlich wahrzunehmen, in unmittelbarer Berührung mit dem Gypsfelsen im Stadtgraben, erscheint ein eigenthümlicher *Kalkstein.* Er ist hart und spröde, blass-ochergelb gefärbt, mit einzelnen dunkel-rauch-grauen Flecken gezeichnet, und von einer zahllosen Menge feiner Poren durchlöchert; zugleich enthält er selbst grössere Blasenräume von unregelmässig eckiger Gestalt, deren Wände mit kleinen milchweissen Kalkspath-Drusen bekleidet sind. In allen seinen Eigenschaften gleicht dieser Kalk der *Rauchwacke* des Mansfeldischen Kupferschiefer-Gebirges *). Er bildet ein Flöz von unbedeutender Mächtigkeit, und ist in mässige Schichten von höchstens 1′ Stärke gespalten, welche an den Wänden des Wallgrabens anstehn. Ihr Streichen scheint St. 10 zu seyn; ihr Fallen ist 66° bis 68° NO-wärts.

Sobald man aus dem Graben hervortritt zeigt sich in den nächsten Vertiefungen des Bodens, vorzugsweise in flachen Feldgräben, ein *fetter Thon* von aus-

*) Der gütigen Mittheilung des Hrn von Buch verdanke ich die Belehrung, dass diese Gebirgsart, wie alle Rauchwacke, zum *Dolomit* gezählt werden muss, von dessen sehr ausgezeichnetem Erscheinen in dem Gebiete des jüngern Flöz-Gebirges, und namentlich in der Kette des Jura, wir durch diesen grossen Naturforscher, durch Beobachtungen von höchster Wichtigkeit unterrichtet worden sind. Die von mir angegebenen kleinen Kalkspath-Drusen werden sicher von rhomboedrischen Krystallen gebildet, welche die Form des Rautenspathes haben, und durch ihre Anwesenheit, selbst bei oberflächlicher Anschauung, zum Unterschiede des Dolomites von den Kalksteinen dienen. *H.*

gezeichnet *kirschrother* Farbe, mit verwaschen grünlichgrauen Streifen durchzogen, sehr bröcklig, und beim ersten Anblick den Thon des bunten Sandsteines ins Gedächtniss rufend. Solcher Thon ist sichtbar dem aufgeschwemmten Lande fremd, man vermisst in ihm die kleinen Geschiebe, welche in letzterem so häufig sind, und in diesen Lagerungs-Verhältnissen mag er doppelt verdächtig erscheinen. Er setzt in der Richtung gegen NW ununterbrochen fort, und erscheint noch einmal in etwa 1000 Schritt Entfernung, besonders deutlich bei den sogenannten *Leemkuhlen*, wo er zum Ziegelstreichen gewonnen wird. Schwierig ist es leider, bei so störender Bedeckung seine geognostischen Verhältnisse mit Sicherheit zu erforschen, doch unterstützt eine andre Thatsache nicht wenig die Meinung, zu welcher sein Anblick führt. In den nordostwärts dieses Thon-Streifens liegenden Häusern werden nemlich die Brunnen in geringer Tiefe bis auf Steingrund gebracht; einer davon, den ich näher untersuchte, war 12′ tief, und aus seinem Boden wurden etwa zollstarke Platten eines röthlichen feinkörnigen *Sandsteins* hervorgezogen. Mit diesen fanden sich dünnschiefrige Schichten von bläulich-grauem verhärtetem *Letten*, dessen Ablösungen mit feinen weissen Glimmerschüppchen bekleidet waren. Beide sind täuschend den gleichen Gebilden des bunten Sandsteins ähnlich *).

*) *Muschelkalk* wurde vergebens gesucht. Viele Bruchstücke eines bläulich-grauen dichten Kalksteins, welche ihm dem äussern Ansehn nach gleichen, fand ich in der nördlichen Schutt-

Die *Kreide* von Lüneburg ist bekannt. Sie liegt NO-wärts der besprochenen Sandstein-Spuren, und zwischen beiden ein schmaler und flacher Streif von unerforschter Bedeckung. Die Kreide selbst bildet einen sanften Hügel, dessen Gipfel 102,27′ über dem Spiegel der Ilmenau liegt, und dessen nördlicher Rücken den beträchtlich höheren *Teltberg* trägt, welcher fast ganz aus losem Sande besteht. Die Farbe der Kreide ist herrschend licht-graulich-weiss, selten wird sie schneeweiss oder blass-eisenroth. Ihre Structur ist dicht, sie erscheint fest zusammenhängend, mild und feinerdig im Bruch, sehr weich und kaum schreibend. Die rothen Abänderungen sind härter und rauher anzufühlen, die rein weissen dagegen sind die mildesten und weichsten. Die vielbesprochenen Uebergänge der Kreide in den *Feuerstein* sind auch hier ausnehmend häufig, von kaum bemerkbaren Pünctchen bis zur Oberfläche bedeutender Knollen-Stücke. Die Färbung des Feuersteins ist hier gewöhnlich hell-rauchbraun, sein Bruch sehr eben und flach-muschlig, die Bruchstücke durchscheinend an den Kanten. *Versteinerungen* kommen hin und wieder durch die Masse zerstreut vor; ausser einigen *Ostraciten*-ähnlichen Abdrücken, hat man *Gryphites Cymbium* mit wulstförmiger Erweiterung an einer Seite der Schale, und *Echinocorytes scutatus* (*Klein*) gefunden; letztern traf ich niemals an in Feuerstein verwandelt, sondern stets mit wohl erhaltener Schaale, und diese mit Kreide gefüllt.

halde des Schildsteins; vielleicht mögen sie einmal auf die Spur ihres Ursprungs führen. *H.*

In der Schichtung der Kreide zeigt ſich deutlich ihre Auflagerung auf den eben unterſuchten Bruchſtücken älterer Gebirgsarten. Ihr Streichen iſt St. 8, ihr Fallen 46 bis 48° NO-wärts. Beides iſt merkwürdig. Einerſeits läſst uns der bedeutende Neigungs-Winkel, welcher vom Gyps bis hieher allmälig an Steile abnahm, auf eine beſtimmte Verknüpfung der Urſachen ſchlieſsen, welche dieſe Stellung der Schichten veranlaſsten, deren Verſetzung aus der urſprünglichen Lage in ihren gegenwärtigen Zuſtand man ſelbſt bei einer ſolchen Vorgängen abholden Anſicht zugeben muſs. Auf der andern Seite bemerken wir mit nicht minder geſteigertem Intereſſe, daſs auch die Streichungs-Linie ſich dem allgemeinen Geſetze des Parallel-Streichens vieler norddeutſchen Gebirge mit auffallender Beſtimmtheit anſchlieſst; dieſem Geſetze, welches durch alle Perioden der Gebirgs-Bildung hindurch geht, und von den Urgebirgen bis zu den Rücken des aufgeſchwemmten Landes eine zahlloſe Menge von Parallel-Ketten hervorruft.

Die einzelnen Schichten der Kreide, welche ſelten über 2′ ſtark werden, ſind regelmäſsig durch ½ bis 1″ ſtarke Lagen eines weichen und ſehr fetten, dunkelleberfarbenen, oft ganz kalkfreien, ſchiefrigen *Thones* geſondert; eine merkwürdige chemiſche Ausſcheidung, gleichzeitig mit der Bildung des herrſchenden Kalk-Niederſchlags in beſtimmten Perioden wiederholt.

Dieſen hervorragenden Kreidefels, deſſen Spuren ſich noch im Bette der Ilmenau unter der Brücke des Lüner Thores wiederfinden, mit Hrn Steffens für den Reſt einer ehemals vorhandenen erhöhten Kreide-Ebene

anzufehn, fcheint der Natur feines Vorkommens entgegen. Gewifs ift es, dafs die weit durch das aufgefchwemmte Land der norddeutfchen Ebene verbreiteten Feuerftein-Gerölle mit ihren Verfteinerungen, und die Befchaffenheit vieler Mergel-Lager in Holftein und Meklenburg, auf die Zerftörung grofser Maffen eines Kreide-Gebirges hindeuten, das zuvor die Oberfläche des nun von deffen Trümmern bedeckten Landftriches einnahm. Doch darf man nicht überfehn, dafs bei weitem die mehrften der dem aufgefchwemmten Lande angehörenden Trümmer der Kreide fremd find, und dafs das Vorkommen diefer letztern bei Lüneburg unbezweiflich ein Hervorheben aus der Tiefe vorausfetzt, indefs man in jener Anficht den ftehn-gebliebenen Theil eines umfaffenden Ganzen zu fehn glaubt, welcher in feiner urfprünglichen Lage zurückblieb, während feine Umgebungen zerftört wurden. Die Annahme eines Aufberftens des Bodens, und dafs erft dadurch die Kreide-Ebne erhöht wurde, fehe ich als unvermeidlich an, um die Erfcheinung des Hervortretens der ältern Gypsfelfen erklären zu können. Solche Zerreifsungen, welche noch vielfach ftatt gefunden haben mögen wo fie die tiefe Bedeckung nicht wahrnehmen läfst, wären dann ficherer die nächfte Veranlaffung der Zerftörung des umgebenden Kreide-Gebirges.

Hr. Prof. Steffens ift geneigt die beiden Gyps-Berge von Lüneburg und von Segeberg für ftock-förmige Maffen anzufprechen, welche durch Waffer-Gewalt von ihrer Bekleidung entblöfst worden find. Diefe Vorftellung ift nicht mehr haltbar, fobald erwiefen worden, dafs diefer Gyps kein Glied der Kreide-For-

mation ſey; und nicht minder ſteht ihr entgegen, ſowohl das angegebene Schichtungs-Verhältniſs, als das ſehr merkwürdige plötzliche Abſchneiden dieſer Gypsfelſen gegen ihre Umgebungen. Nirgends ſieht man eine Verknüpfung derſelber mit einem gleichzeitigen oder einem unterliegenden Gebirge, nirgends ein allmäliges Verſchwinden angegriffener Felsmaſſen unter dem Boden, und nirgends eine Verbreitung von Geſchieben ihrer zertrümmerten Maſſe; aus groſser Tiefe hervorgeriſſen, ſind ſie weit aus der Sphäre ihrer geſetzmäſsigen Verbindung entfernt. Gleich am Südrande des Segeberges iſt vor den Schichten-Köpfen ein Brunnen 40′ tief gegraben, ohne daſs man eine Spur des Felſens getroffen hätte, während nur wenige 100 Schritt davon der Ort iſt, wo die oben erwähnten Bohrverſuche getrieben wurden. Eben ſo liegt unmittelbar an der Weſtſeite deſſelben ein kleiner See mit ſteilem Oſtrande, deſſen 6 bis 8 Klafter tiefer Grund keine Gypsfelſen enthält. Neben dem Gypsberge von Lüneburg liegt oſtwärts, bei der Ziegelei am Altbrückner-Thore, ein mächtiges *Töpferthon-Lager*, deſſen Thon der Alaun-Erde verwandt und ſehr dunkel ſchwarzbraun gefärbt iſt, einzelne Schweſelkies-Nieren enthält, und worin man nicht ſelten *Hayfiſch-Zähne*, deren ſchon Taube *) gedenkt, und ſeltner *Knochen-Fragmente* von groſsen Säugethieren findet. Bis zu 90′ tief iſt man in dieſes Lager eingedrungen um nach Braunkohle zu ſuchen, deren Daſeyn hier nicht unwahrſcheinlich iſt, doch hat man weder den Thon durchſunken, noch eine

*) Beiträge zur Naturkunde des Herzogthums Lüneburg 1769. S. 171. *H.*

Spur des nahen Gypsfelſens getroffen. Eben ſo ſchnell verſchwindet der Lüneburger Gyps auch gegen S und W, ja ſelbſt die beiden Gypsberge, der Kalkberg und der Schildſtein, ſcheinen bis auf bedeutende Tiefen ſcharf von einander losgeriſſen zu ſeyn.

Solche Verhältniſſe der Trennung zeigt kein Gebirge, das auf ſeiner Oberfläche durch atmoſphäriſche oder neptuniſche Gewalten zerrüttet wurde. Das plötzliche Auftreten oder Verſchwinden eines Gebirgs kann nur durch Verhältniſſe herbeigeführt werden, die in dieſem Gebirge ſelbſt oder in deſſen Beziehungen zu den tiefer liegenden Maſſen geſucht werden müſſen. Es iſt aber wahrlich nicht zu überſehn, wie es, um uns in der Beurtheilung dieſer Beziehungen zu leiten, als Geſetz aufgeſtellt werden könne, daſs bei den iſolirt im jüngeren Gebirge auftretenden Gliedern einer ältern Formation die Schichten-Stellung ſich um ſo mehr der ſenkrechten nähere, je gröſser erſtens der Unterſchied des Alters derſelben von dem ihrer Umgebungen ſey, und je höher ſie zweitens über den allgemeinen Horizont der letztern hervorragen. In dem nächſt angränzenden Urgebirge des *Kullen*, des *Stenshouſvud* und der Inſel *Bornholm*, welches ſich plötzlich aus dem Sande des Meeres hervorhebt, erblicken wir deshalb nur Seigerſtellung und Ueberſtürzung, während die Kreideflötze des ſüdlichen Randes der Heide zwiſchen Braunſchweig und Hannover, bei welchen beide Bedingungen ſteiler Schichten-Stellung wegfallen, nur ſöhlig gelagert ſind. Der Muſchelkalk, welcher bei Hannover zuerſt am linken Ufer der Leine hervortritt, hat eine mittlere Neigung von 6° bis 8°, während die nicht weit entfernt auftretenden Berge von buntem Sand-

ſtein, der *Bentherberg* bei Northen, und der *Tienberg* bei Wunſtorf, deren erſter zugleich den höchſten Punct ſeiner Umgebungen bildet, mit 70 bis 80° gegen den Horizont einſtürzen. Beiſpiele ſolcher Art finden ſich leicht in jeder Beobachtungs-Reihe. Wenn wir daher am Ende dieſer Unterſuchung auf die aus ihnen abzuleitenden Folgerungen beſonders aufmerkſam gemacht haben, ſo geſchah es nur um die Anſicht zu befeſtigen, daſs die Gypsberge von Lüneburg und von Segeberg auch in der Art ihres Auftretens auf der Oberfläche, mit dem Erſcheinen der ältern Gyps-Formation in dem ſüdlicheren Flötz - Gebirge Nord-Deutſchlands völlige Uebereinſtimmung zeigen.

ANHANG.

Ueber die urſprüngliche Richtung der norddeutſchen *Fluſsthäler* und die Lüneburger *Heide*.

1.

Die eigentlich ſogenannte *Lüneburger Heide* zeichnet ſich vor dem übrigen Theile des nord-deutſchen und ſüd-baltiſchen Flachlandes auf eine ſehr beſtimmte Weiſe durch Form und Character ihrer Oberfläche aus. Sie bildet einen erhöhten Landſtrich, welcher ſich von der weſtlichen Gränze der Altmark bis in die Gegend zwiſchen Bremen und Stade ununterbrochen, in unveränderter Richtung von SO nach NW erſtreckt. Auf beiden Seiten wird ſie durch die tief eingeſchnittenen Parallel-Thäler der Elbe und der Aller begränzt, welche ſich beide erſt nach einer bedeutenden Krümmung dieſer Streichungslinie angeſchloſſen haben. Der höchſte Rücken der Heide ſtreicht

eben ſo gleichförmig näher bei dem nord-öſtlichen Rande der ganzen Erhebung; die Höhe deſſelben wechſelt in bedeutender Ausdehnung zwiſchen 300 und 400 par. Fuſs über dem Meere, und ſcheint in der Gegend von *Undeloh*, NO-wärts von *Soltau*, am bedeutendſten zu ſeyn *). — Der Abfall der Heide iſt zu beiden Seiten ſanft, doch nicht gleichförmig, ſüdwärts erſt in ſehr bedeutender Erſtreckung merkbar, nordwärts etwa 4mal ſo ſteil. Dieſes Verhältniſs der entgegengeſetzten Abdachungen läſst den Wanderer, welcher von N. kommt, die Heide als einen ausgedehnten blauen Gebirgsſtreif am Horizonte wahrnehmen, aus welchem die ihm entgegenkommenden Flüſſe mit beträchtlichem Fall und in tief eingeſchnittenen Thälern hervortreten, während er, wenn er von Süden kömmt, nichts als endloſe Ebene vor ſich ſieht, deren Flüſſe langſam durch einen breiten Rand von Sümpfen und Torfmoore zur Aller abflieſsen.

Dieſe Form des Landes hat ſchon früher in demſelben einen verborgenen Gebirgszug mit einſeitiger Schichten-Neigung ahnen laſſen; namentlich betrachtet Herr **Senf**, der erſte der ſie beſchrieben hat **), den hohen Nordrand der Heide als die Stirn eines Muſchelkalk-Gebirges, unter welchem

*) Den höchſten Punkt des Rückens auf dem Wege von Lüneburg nach Sülze, habe ich zwiſchen Bätzendorf und Wulfsode, näher dem erſteren gefunden, und mit dem Barometer auf 306,95 par. Fuſs Höhe über dem Spiegel der Ilmenau bei Lüneburg beſtimmt. *H.*

**) S. ſeine Bemerkungen über die Gegend der Salzquellen von Lüneburg, Sülze und Oldesloe, in den Schriften der Jenaer Societ. für die geſ. Mineralogie, 1811, Bd. 3 S. 155 bis 200. *H.*

ler Gyps von Lüneburg an passender Stelle hervortrete. Wie ungeheuer mächtig die bedeckende Trümmerschicht des aufgeschwemmten Landes überall seyn müsse, beweisen Taube's und Jordan's Nachweisungen bis 100′ tiefer Brunnen in diesem Lande. Die allgemein verbreiteten *Geschiebe*, die besonders um Fallingbostel an der Böhme, bei Piperhöfen, zwischen Uelzen und Dannenberg, bei Hohenbostel u. s. w. sich durch Umfang und Menge auszeichnen, sind durch Jordan als Abkömmlinge des Nordens bekannter geworden. Die Beobachtung des anstehenden Gesteines bei Lüneburg beweist, daſs der ältere Gyps erst nach der Bildung des Kreide-Gebirges hervorbrach, um es in der Streichungslinie der Heide zu erheben, und es ist daher auch wohl nicht unwahrscheinlich, daſs auch die Erhebung des Heiderückens selbst eine von den riesenhaften Erscheinungen gewesen sey, welche als gleichzeitig mit dem Fortschleudern entfernter Gebirgs-Bruchstücke betrachtet werden dürfen.

Die Beschaffenheit des Bodens der Heide ist nicht minder eigenthümlich als die Gestalt seiner Oberfläche. Sehn wir gleich in ihm nichts als herrschende *Sand*-, mit untergeordneten *Thon*- und *Mergel-Lagern*, so ist doch die auffallende Leichtigkeit, mit welcher er die Vegetation begünstigt, höchst bemerkenswerth; nirgend trifft das Auge kahle Sandschellen und Hügel, welche der Wind versetzt; selbst in der höchsten Trokkenheit bekleidet *Erica Tetralix* *) mit der gemeinen

*) Die geographische Verbreitung dieser Pflanze hat viel Merkwürdiges. Der Landstrich, in welchem sie durch ihre Menge den Charakter der Flora mit bildet, hat in Deutschland ziem-

Heide (*Calluna vulgaris*) um den Rang ſtreitend, den Boden; wo Zutritt der Feuchtigkeit eine freiere Entwickelung erlaubt, treten in groſsem Umfange ſchöne Waldungen von Buchen (*Fagus*) und Birken auf; und die herrlichen Eichenwäldchen, welche die einſamen Heide-Dörfer umgeben, zeugen von der Fruchtbarkeit ihrer Grundlage. Einförmige Kiefernwälder, und mit ihnen öde Sandſchellen, beginnen erſt in der Nähe des Aller-Thals und an den ſumpfigen Rändern der Flüſſe des Süd-Abhanges; doch

lich ſcharfe Gränzen. Von der Küſte dringt ſie in das Land ein bis an eine Linie, welche in W beginnt mit dem weit geöffneten, durch die Kette des Teutoburger Waldes und des weſtphäliſchen Schiefergebirges begränzten Buſen, aus welchem die *Lippe* und *Ems* entſpringen, und ſich dann am Nordrande der Gebirge von der Grafſchaft Lingen über Vörde bis etwas nördlich von Minden hinzieht, und von dort in faſt gerader Richtung über Hannover bis nach Braunſchweig geht. Hier wendet ſich dieſe Gränzlinie nach N gegen Giſhorn, und geht etwa über Brohme und in O von Salzwedel vorbei, unterhalb Lenzen über die Elbe in das Meklenburgiſche nach der Küſte zu, welche ſie im ehemaligen Schwediſch-Pommern erreicht. Ob die ſo begränzte Pflanze in *Hinter-Pommern* noch wächſt, iſt nicht mit Sicherheit auszumitteln; ſie fehlt im ſüd-öſtlichen Theil von Meklenburg-Schwerin (Timm) und um Strelitz (Schultz); auch bei *Danzig* wird ſie nicht gefunden (Reyger); in Preuſsen hat man ſie erſt in neuerer Zeit an einer vereinzelten Stelle bei *Königsberg* bemerkt, und in den Floren von *Petersburg* ſucht man ſie vergebens. Eben ſo wenig finde ich ſie angezeigt in der *Neumark* und in den ſandigen Ebenen von *Ober-* und *Nieder-Schleſien*; in der Flora *Berlins* und der *Mittelmark* iſt eine früher von ihr gefundene Spur verloren gegangen. Am rechten Elb-Ufer bei *Lohburg*, *Möckern* und nordwärts *Gommern* finden ſich ausgedehnte

findet sich der Wandrer auch hier nicht selten er-
freut durch eine Vermischung derselben mit Schwarz-
tannen (*P. Abies* L.), bei deren rauschenden Gipfeln
in der einsamen Landschaft man sich auf die Gebirgs-
Ebenen des Oberharzes um Clausthal und Elbingerode
versetzt glaubt; denn in den nächsten Gebirgen nimmt
dieser Baum die höhere Waldregion ein, und steigt
nicht leicht unter 1000 Fuſs Meereshöhe herab. Auch
eine Pflanze, von welcher sich am Harze fast dasselbe
sagen läſst, nemlich *Arnica montana* ist gleichförmig

Heideflächen, in welchen allein *Calluna* den Boden bedeckt, und in den groſsen mit Heide bewachsenen Landstrichen der *Altmark* fand ich *Erica Tetralix* nur vereinzelt am Nordrande des Drömling, so wie weiter westlich in den Mooren zwischen Braunschweig und Helmstädt. In den Mooren der groſsen *Baierischen* Ebne scheint sie nicht wieder aufzutreten, doch wird sie einzeln auf den sumpfigen Flächen der *hohen Röhn* (Schneider) und bei *Frankfurt* am Main gefunden.

Wie mit der Entfernung vom groſsen Meere bei gleichen Breiten die Rauhheit des Klima zunimmt, davon sehn wir auch in dieser Pflanze, welche vorzugsweise die gröſseren Abwechselungen und die Extreme der Temperatur zu meiden scheint, ein bemerkenswerthes Beispiel. Denn sie ist auch jenseits der Ostsee einheimisch in dem ganzen südlichen Theile von *Schweden*, bis an die nördlichen Gränzen von Smoland, Westgothland und Bohuslehn; gleichfalls in ganz *Dänemark* mit seinen Inseln; auch verbreitet sie sich nach *Norwegen* durch Christiansand-Stift (Oeder), und erreicht auf der Westküste bei Drontheim den 64sten Breitengrad (*Gunner*). Bis fast in gleicher Breite wächst sie in *Schottland* (*Lightfoot*, *Hooker*). In ihrer Verbreitung gegen SW scheint sie einem breiten Streif an der Küste des Meeres zu folgen: sie ist in ganz *Holland* und *Belgien* einheimisch, wächst häufig bei *Paris*, herrscht in den groſsen Ebenen der *Bretagne* (Poiret) und findet sich im

überall durch die Heide vertheilt, und ziert die Ebne bis Hannover in grofsem Ueberflufs. Nicht eine verminderte Temperatur des Bodens, nur feine innere Befchaffenheit kann die Urfache feyn, dafs fie hier erfcheint, denn nicht die ganze fie umgebende Flor folgt ihr auf die Gebirge nach, nur die bekannten *Vaccinium*-Arten und *Arbutus Uva Urfi* fteigen von hier noch über die Region der *Arnica* hinaus bis zum Gipfel des Brockens.

Departement *des Landes* bis am Fufse der Pyrenäen. Wie weit fie von Paris in die Ebene der Champagne vordringen mag, konnte ich nicht erfahren; in der Bourgogne wird fie nicht gefunden (Durand), in *Lothringen* dagegen trifft man fie einzeln in waldigen Sümpfen (Willemet). Den warmen Küften des mittelländifchen Meeres bleibt fie fremd, fie berührt fie nur bei *Canet* in NO von Perpignan, wo der Einflufs des nahen Gebirges die Temperatur der Meeres-Ufer erniedrigt (Picot de Lapeyroufe).

Eine fehr ähnliche Wendung in dem nördlichen Theile von Europa nimmt die Gränze von *Ilex Aquifolium.* Mehr die Kälte des Winters als die erhöhte Temperatur des Sommers vermeidend, findet fich diefer Ilex ungefähr in S von 51° 30′ nördl. Breite überall, wo die Bedingungen des Bodens es zulaffen. Weiter nördlich dagegen umgiebt er die Küfte mit einem ftets fchmäler werdenden Gürtel, und dem Nordrande der letzten Flötzgebirgs-Züge Norddeutfchlands folgend, verläfst er die Aller in der Gegend von *Vorsfelde*, meidet die Altmark und was ihr in O liegt, und verfchwindet gegen NO auf *Rügen.* In den füdlichen Provinzen Schwedens erfcheint er indefs nicht wieder, doch findet er fich herfchend auf dem feften Lande von *Dänemark.* Hr. Leop. v. Buch fand ihn auf der Südfpitze *Norwegens* in den kleinen Thälern von *Eids-Heien*, in der Nähe von Mandal, und Gunner erwähnt feiner auf den Infeln von *Sundmör.* *H.*

2.

Wo der Rücken der Lüneburger Heide sich ostwärts endigt, beginnt für die Gestaltung des Landes und für den Charakter der Vegetation ein neues Gebiet. Die Gleichförmigkeit in der Form des Bodens hört auf, die höchsten Punkte sind ohne Rücksicht auf den Lauf der Gewässer vertheilet, und fortlaufende der gemeinsamen Streichungslinie des Grundgebirges folgende Rücken treten nur selten hervor; ein die *Marken* und einen großsen Theil der *Lausitz* und *Nieder-Schlesiens* einehmender Landstrich, in welchem der Einfluſs der hochbedeckten festen Erdrinde auf die Form seiner Oberfläche fast ganz erloschen zu seyn scheint. Doch dürfen wir diesen Leitstern für die Kenntniſs der ersten Grund-Verhältnisse in der Gestalt der Länder nicht eher unwiderruflich als verloren betrachten, bevor nicht ein Umstand erörtert ist, dessen mehrere oder mindere Bestätigung von einer genaueren Kenntniſs des Landes abhängt, als ich selbst zu erlangen im Staude war.

Der *Lauf der drei Hauptflüsse* des bezeichneten Landstrichs, der *Elbe*, der *Oder* und der *Spree*, zeigt in bedeutenden Strecken eine Richtung, welche mit der weit durchgreifenden Streichungslinie aller norddeutschen Flötzgebirge auffallend übereinstimmt. Ein Blick auf die Charte lehrt, daſs er sie nur verläſst um rechtwinklig abzuweichen,' und daſs er dann oft fast ohne allen Uebergang wieder in die ursprüngliche Richtung zurückkehret. Hauptpunkte solcher Art sehn wir an der *Oder* bei Leubus, bei Köben, bei Neusalz, etwas oberhalb Sabor, und bei Fürstenberg; an der *Spree* am Ein- und Ausgange des Spreewaldes

Richtung des Haupt-Thales bis zu ihrer Mündung in die Havel bei Spandau; von dort aber ist es leicht die unmittelbare Fortsetzung desselben zu verfolgen durch die weiten Seebetten des *Havelländischen-* und des *Linumer Luchs*, welche sich durch den *Rhin* kurz oberhalb *Havelberg* in die Havel ergiessen. Das Thal der Havel selbst ist nur eine zufällige Verbindung von Seen, die sich gegenseitig ins Gleichgewicht setzen, die Verkettung einer Reihe von Vertiefungen des Bodens, welche keinem bestimmten Gesetze folgend, wahrscheinlich allein durch locale Vorgänge auf der äussersten Oberfläche des leicht beweglichen aufgeschwemmten Landes zu erklären sind. Unterhalb Havelberg nimmt das Bett der *Elbe* unser Haupt-Längen-Thal ein, das nun bis auf unbedeutende Krümmungen ununterbrochen in gleicher Richtung fortgeht, und endlich bei *Hitzacker* den steil-abfallenden Nordrand des Heide-Rückens erreicht, an welchem es in schnurgerader Richtung abschneidend, bis kurz vor *Blekede* fortläuft. Von dort aus erweitert es sich allmälig zu dem in gleichbleibender Streichungslinie fortsetzenden *Meerbusen von Hamburg*, in welchem Ebbe und Fluth bis *Gestacht*, 3 Meilen unterhalb Lauenburg, vordringen. Und so leitet uns denn die Ansicht von der Grundgestalt des Landes dazu, die natürliche Mündung des *Oderthales* nach *Cuxhaven* zu versetzen.

Ob, seitdem die norddeutsche Niederung vom Meere befreit ist, die Oder je diesen Lauf wirklich gehabt habe, möchte schwer zu entscheiden seyn. Das Spreethal von Fürstenwalde bis Spandau ist keineswegs so gross und weit, dass wir es für das ursprüngliche Bett eines grösseren Stromes, als dessen der jetzt

in ihm fliefst, anfprechen könnten. So weit indefs meine vorläufige Kenntnifs des *jetzigen Oderthals* von oberhalb *Frankfurt* bis nach *Küftrin* reicht, ift die Anficht deffelben dem Gedanken eines Durchbruches zuvor verbundener anfehnlicher Hügel-Reihen nicht ungünftig. Erft kurz oberhalb Küftrin erweitert es fich, vor dem Eintritt der *Warthe* (welchem Fluffe die urfprüngliche Bildung diefes Thales bis zur Oft-See zukommen würde), zu der weit ausgedehnten Wiefenfläche des *Oder-* und *Wartha-Bruchs.* Die Mündung des Mülrofer-Kanals in die Spree fteht jetzt 73 Fufs höher als der Spiegel der Oder bei Briefekow; diefer anfehnliche Unterfchied liefse fich indefs wohl ohne Schwierigkeit, durch ein allmäliges Tieferlegen des ganzen Bettes der Oder nach erfolgtem Durchbruch erklären, welcher in dem beweglichen Grunde des reifsenden Stromes nothwendig ftatt finden mufste. Ja vielleicht find die Infeln Wollin und Ufedom das Werk einer auf folche Weife entftandenen Anfchwemmung. Denken wir uns nun den Spiegel der Oder um etwa 80 Fufs über feinem gegenwärtigen Stand erhöht, ohne ihr deshalb eine vermehrte Waffermaffe zu geben, nehmen wir ferner das weite Thal bei Frankfurt als gefchloffen, und den Rücken der Heide bei Hitzacker und Blekede mit den Höhen bei Lübtheen und Boitzenburg als unmittelbar verbunden an; fo werden alle Gewäffer des fchlefifchen, fo wie des Laufitzer Gebirges, fich in einen grofsen *Binnenfee* ergoffen haben, deffen füdliches Ufer fich ohngefähr mag in der Linie erftreckt haben, von Leubus nach dem Bober unterhalb Bunzlau, von dort nach Muskau,

Spremberg, Baruth, Luckenwalde, Treuenbritzen, Belzig, Ziefar, bis an die Elbe bei Parey; indefs der nördliche Rand deffelben an dem fehr gleichförmigen füdlichen Abfalle des Meklenburgifchen Landrückens fortgegangen feyn mag, deffen wir weiter unten erwähnen werden. Die vormalige Exiftenz eines fo ausgedehnten Süfswaffer - Beckens nachzuweifen, bleibt einer genaueren Forfchung des ihm zugefchriebenen Flächenraumes aufbehalten; die grofse Menge flacher Landfeen und mit Torf gefüllter Sümpfe, welche denfelben vor feinen Umgebungen auszeichnen, und die auffallend niedrige Lage diefes Landftrichs, mögen hier, im Verein mit den früher angeftellten Betrachtungen, diefe Vorausfetzung rechtfertigen. Lag der niedrigfte Theil des Bodens diefer Waffermaffe in der Richtung der Längen - Thäler des tief verfchütteten Flötzgebirges, fo wird es leicht erklärbar, dafs auch die Gewäffer nach dem Durchbruche bei Frankfurt und bei Blekede in derfelben ihren Abzug genommen haben.

Bei Betrachtung der vorhergehenden Verhältniffe haben wir es gefliffentlich vermieden, auf den *urfprünglichen Lauf des Elbthales* zurückzukommen, welches fich durch die Richtung, die es von Magdeburg bis Havelberg nimmt, mit dem grofsen Längen-Thale der Oder verbindet. Wir fehn diefes Thal von feinem Austritt aus *Böhmen* die Gebirgsfchichten fenkrecht auf ihrer Streichungs - Linie durchfchneiden, und erft, nachdem es bei Torgau den letzten Porphyr - Felfen verlaffen hat, unterhalb *Jeffen* in die Richtung eines grofsen Längen - Thales münden, in welchem die *Elfter* aus der Gegend von Hoyerswerda herabkommt. Bei *Mag-*

deburg endlich ſchneidet es nochmals an dem ſteil in die Tiefe ſetzenden Rande des Uebergangs-Gebirges und des Rothliegenden ab, und nimmt mit einer plötzlichen Wendung den Charakter eines Queer-Thales an; doch ſchon bei *Wollmirſtädt* beginnt die Fortſetzung des hier unterbrochenen Längen-Thales, durch welche ſich die *Ohre* mit ſehr unbedeutendem Fall in die Elbe ergieſst. Dieſer Einſchnitt führt uns in das weite faſt horizontale Seebecken des *Drömling* und des *Barenbruches*. Die *Aller*, nachdem ſie die Gebirge verlaſſen, mündet hier bei *Oebisfelde* in ein Fluſsthal, das mit der geringen Waſſer-Menge, welche ſie führt, in keinem Verhältniſs ſteht, weder hier noch weiterhin, wo es von ihr den Namen trägt. Kein erhöhter Uferrand ſcheidet von dem Spiegel der Aller weder die groſsen Ebenen, welche ſich mit auffallender Gleichförmigkeit, nur durch wenig einzelnſtehende Anhöhen unterbrochen, von dem heutigen Lauf dieſes Stroms bis an den Rand der ſüdwärts ſchnell anſteigenden Gebirge ausdehnen, noch den breiten Gurt von Sandflächen und Torfmooren, welcher den ſüdlichen Abfall der Lüneburger Heide gegen das Ende zu begleitet. Die groſse Verbreitung von *Kreide* und *Mergel*, welche die ſüdlichen und ſüd-weſtlichen Umgebungen von Peina bedeckt, und die Maſſe von *bituminöſem Schieferthon*, welche die Weſer von Minden bis Petershagen begleitet, zeigen durch ihre geebnete Oberfläche die unleugbarſten Spuren der Wirkung eines lange über ihnen verweilenden Gewäſſers, und die groſsen Ablagerungen von *Fluſsgrand* in Süden von Hannover bei Pattenſen und Sarſtedt, begünſtigen dieſelbe Vorausſetzung. Die ſo gebildete Ebene ſehn wir

in Westen von Minden, hart am Rande der Gebirgskette, welche die Weser bei Hausbergen durchbrochen hat, bis an das Thal der *Haase* fortsetzen; von da aus wird sie durch einen sehr scharf hervortretenden Thalrand begrenzt, der von Verden nach Vechte, und dann minder bestimmt mit einem Bogen über Barnstorf nach Bassum in der Gegend zwischen Thedinghausen und Verden an die Weser tritt. In der Gegend von *Verden* erstreckt sich ein breiter Hügelrand aus der Heide bis an das Aller-Thal, und hier verengt sich von Neuem das *grosse Becken*, welches wir bisher den Gewässern der Elbe, der Aller, der Weser und ihrer Nebenflüsse überlassen sahen. Läſst die Beschaffenheit des Thales der Elbe unterhalb Magdeburg zwischen Rogäz und Tangermünde die Vorstellung eines später erfolgten *Durchbruches* zu, welcher sie veranlaſst das vorgezeichnete Längen-Thal zu verlassen, so wird sich auch hier die Möglichkeit einer Erhöhung ihres Wasserspiegels voraussetzen lassen, durch welchen sie früher mit dem Drömling und seiner Fortsetzung in Verbindung gestanden haben mag. Die *Weser* verändert, wo sie das Aller-Thal erreicht, die bedeutungsvolle Richtung desselben nicht; erst unterhalb *Bremen* endigt es sich, wo es mit den Anschwemmungen des Meeres in Verbindung tritt. Daſs in der Gegend von Verden diesen ein zweiter Durchbruch Weg gemacht habe, ist nicht wahrscheinlich, denn es scheint hier der urspüngliche Durchzug des Bettes eines grossen Stromes zu seyn, der sich von der Elbe her hier ergossen hat, und auch die Thäler der *Haase* und *Hunte* sind Entwässerungs-Kanäle des grossen Landsees gewesen, dessen Boden auch jetzt noch, nachdem die allmälige Aus-

tiefung der Flufsbetten die Höhe des Wafferftandes geändert hat, dem Einfluffe ftehender Gewäffer faft überall blofs gegeben liegt.

Wenn gleich die Umgebungen diefer beiden Haupt-Thaleinfchnitte Nord-Deutfchlands, nirgends mehr die Regelmäfsigkeit in der Form und die beftimmte Beziehung zu den unterliegenden Gebirgsarten fo klar und beftimmt zeigen, als im Rücken der Lüneburger Heide, fo finden fich doch, befonders in dem Lande das zwifchen den beiden Thälern liegt, mehrfache Verhältniffe, welche den erwähnten verglichen werden können.

1. In dem nördlichen Theile der *Altmark*, der nirgends von einem fortlaufenden Landrücken durchfchnitten wird *), liegen, etwas abwärts von dem Thal der Elbe, bedeutungsreich für die Nähe des *älteren Gypfes*, die *Salzquellen* von *Salzwedel* und von *Ofterburg;* und faft in der Verbindungslinie zwifchen Ofterburg und Lüneburg fehn wir den *Arendfee*, einen bedeutenden Erdfall von 1½ Meilen Umfang und bis 200 Fufs Tiefe, deffen Einfturz im Jahre 822, und Nachfenkung im Jahre 1685, dort ein mächtiges Flötzgebirge vorausfetzen. Die *Salzquelle* von *Selbelang*, in Weften von Nauen, liegt felbft im Grunde

*) Für den höchften Punkt in der Altmark gilt allgemein der ziemlich ifolirt ftehende *Dolchauer Berg* in SO von Salzwedel. Zunächft nach demfelben zeichnen fich befonders die fogenannten *Hellberge*, bei *Zichtau*, im Gardeleger-Kreife aus. Barometermeffungen, im Sommer 1822 angeftellt, gaben mir ihre gröfsefte Höhe 432,51 par. Fufs über dem Spiegel der Milde an der Brücke bei Calbe. Den nächft erhabenften Punkt, den fogenannten *Stakenberg*, fand ich 379,32 Fufs über demfelben Niveau.

des großen Thales, und die Salzquelle von *Salzborn*, zwischen Beeliz und Treuenbriezen, tritt ein wenig an den nördlichen Abfall des Thalrandes hinanf. Am weitesten gegen SO endlich erhebt sich noch einmal der ältere Flötz-Gyps bei *Sperenberg* *), südwestlich von Zossen, und über ihm in S ragt ein steiler Kamm des aufgeschwemmten Landes in dem *Golmberg*, bei *Luckenwalde*, hervor. Dieser Kamm bildet den Theil eines beträchtlichen Landrückens, welcher sich als eine schnell aufsteigende Terrasse in S von Baruth und Treuenbriezen, bis über Belzig hinaus erstreckt, und unter dem Namen des *Fläming* zwischen Treuenbriezen und Wittenberg, mit ansehnlicher Breite und ausgezeichneter Streichungs-Linie von SO nach NW

*) Diese merkwürdige Vorragung des älteren Gebirges befindet sich am nördlichen Ufer des *Sperenberger Sees.* Sie bildet dort einen steil aufsteigenden Rand, in welchem auf einer Strecke von etwa 1500 Schritt die *Gypsfelsen* 20, 30 bis 70 Fuſs hoch hervortreten. Die Gränzen des ganzen Gypsfeldes setzen, wie neuere Bohrversuche erwiesen haben, nach allen vier Seiten plötzlich abbrechend in die Tiefe; selbst im Hangenden ist ein solches fast senkrechtes Abschneiden mit Sicherheit ausgemittelt worden. Das Gestein dieser Massen ist gelblich und rauchgrau gefärbt, von krystallinisch-grosblättrigem Gefüge, und hin und wieder durchsetzen dasselbe wachsgelbe und hellweisse Trümmer von *Fraueneis.* Deutliche Schichtung trennt den Felsen in 10 bis 12 Fuſs starke Flötzlagen, welche St. 8, 7 streichen und unter 12° NO fallen. Durch eine grosse Zahl von fast senkrechten Spalten, welche zum Theil 3 bis 4 Fuſs weit aufklaffen, bersten die Schichten nach allen Richtungen in eine Menge sehr oft verworren durcheinander gestürzter kolossaler Blöcke, zwischen welchen sich der Sand und Lehm der Bedeckung mit zum Theil sehr ansehnlichen Granit- und Quarz-Geschieben hineingedrängt haben. Die ausgezeichnete Verbreitung und Grösse dieser fremdartigen Ausfüllungen, hat lange Zeit zu der irrigen Voraussetzung geleitet, daſs dieses Gypsgebirge auf Sand gelagert sey; Bohrversuche, welche im

auftritt. Der *Hagelsberg* bei Belzig, einer von den höchften Punkten deffelben, von welchem man die Thürme von Potsdam und den Petersberg bei Halle fehn kann, hat eine Höhe von 723,26 par. Fufs über dem Meer *).

2. Der ziemlich gleichförmig und flach gewölbte *Meklenburgifche Landrücken* begleitet in der allgemeinen Streichungslinie den Nordrand des grofsen nördlichen Längen-Thals, und er erreicht in Meklenburg felbft, vom Thale der Stecknitz auffteigend, eine mittlere Höhe von 220 bis 230 par. Fufs. Vom Thale der *Finow* durchfchnitten berührt der höchfte Theil feiner Oberfläche die Oder in der Gegend von Oderberg. Die grofse Wiefenfläche des *Oderbruchs* nimmt die Stelle feines zerftörten nördlichen Abfalles ein, und der Strom hat fich faft in der

Jahre 1818 unter der Sohle des Steinbruchs 28 Fufs tief im feften Geftein fortgeführt wurden, verbunden mit der Betrachtung, dafs derfelbe Gyps noch auf dem Grunde des Sperenberger Sees, etwa 20 Fufs tief, angetroffen ward, beweifen das Gegentheil. Bemerken wir gleich hier keine aufliegende Flötzgebirgsart, welche über die Lagerungs - Verhältniffe diefes Gypfes entfcheidet, fo wird doch fein ringsum fcharf begränztes Hervortreten aus der Decke des aufgefchwemmten Landes, in Verbindung mit der innern gewaltfamen Zertrümmerung feiner Maffe, die Stellung rechtfertigen, welche ich demfelben hier beigelegt habe. Die oryktognoftifche Befchaffenheit deffelben widerfpricht diefer Vorausfetzung durchaus nicht, ja vielleicht ift es einem künftigen Forfcher aufbehalten, hier noch Anhydrit und Boracite zu entdecken.

*) Die Beftimmung diefer Höhe beruht auf der Berechnung von 60 Barometer-Beobachtungen, welche ich der gütigen Mittheilung des Herrn Major von Oesfeld verdanke; fie korrefpondiren in Rückficht der Zeit genau mit den Beobachtungen des Herrn Dr. Winkler in Halle, und geben dem *Hagelsberge* über dem Obfervatorium des Letztern (338,77 par. Fufs über dem Meere) eine Höhe von 384,48 par. Fufs.

Richtung des Streichens desselben in ihn eingegraben, so daſs sein steil abgerissener Südrand ein ausgezeichnet hügliges Ufer zwischen *Freienwalde* und *Oderberg* bildet. Es erklärt sich aus diesem Verhältniſs die sonderbare Erscheinung, daſs der Boden auf dem Wege von Berlin zur Oder hin fortwährend ansteigt, bis man ihn unmittelbar am Rande des Flusses plötzlich um die ganze gewonnene Höhe, und vielleicht noch unter das Niveau der Spree, von welchem man ausging, wieder herabfallen sieht *). Der unzerstörte nördliche Abfall dieses Rückens begränzt das weite Längen-Thal, in welchem die *Peene* und die *Trebel* flieſsen; der untere Theil desselben bildet eine scharf gezeichnete Terrasse auf den Gränzen von Pommern und der Uckermark, welche von *Pasewalk* NW-lich, zwischen Neu-Brandenburg und Friedland, nach Meklenburg fortsetzt.

3. Noch einen *dritten* untergeordneten Parallelzug endlich sehn wir in Norden des *Peene-Thales*, aus dessen steil abfallenden nördlichen Ufern das Meer die Flötzschichten entblöſst hat, welche in den *Kreidefelsen* von *Stubbenkammer* und *Arcona*, den Kern des Landes bildend, bis über 200 Fuſs hervorragen.

*) Die höchsten Punkte des Oder-Ufers bei *Freyenwalde* liegen daher nicht in einzeln Gipfeln, welche zunächst den Thalrand umgeben, sondern weiter rückwärts am Rande der Ebene. Barometer-Messungen, welche ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde Hrn Poggendorf in jener Gegend angestellt habe, ergeben die Höhe dieses Randes zu 300 bis 350 par. Fuſs über dem Spiegel der Oder bei Freyenwalde. Einer der höchsten Punkte desselben zwischen *Falkenberg* und dem *Alaunwerke* maſs 358,2 F. über dem Bach der Falkenberger Papiermühle, wo er in die Ebne des Oderthales tritt. Rechnet man die Höhe dieses Niveaus nach einem sehr mäſsigen Anschlage zu 50 F. über der Ost-See, wobei die Oder einen mittleren Fall von 2,5 Fuſs auf die Meile haben würde, und setzt die Meeres-Höhe Berlins vorläufig auf 82 par. Fuſs, so findet sich, daſs die Ebene von hier bis zum Oderthal mindestens um 300 Fuſs ansteigt.

III.

Ueber das beſte Zündpulver durch Schlag;

von

E. G. Wright in Hereford.

Beim Gebrauch derjenigen Art von Jagdflinten, in welchen das Pulver durch einen Schlag entzündet wird, haben die Freunde der Jagd mit Recht ſich darüber beſchwert, daſs das aus chlorinſaurem Kali (Knallſalz) gemachte Zündpulver, deſſen man ſich bisher zu dieſen Flinten bediente, ein ſchnelles Oxydiren des Laufs und des Zündlochs veranlaſſe, und daſs es nach dem Abfeuern Schmutz durch die zurückbleibende Kohle hervorbringe. Ich kenne dieſe Nachtheile aus eigner Erfahrung, ſann darauf ihnen abzuhelfen, und bin darin über Erwartung geglückt. Schon vor einigen Jahren hatte ich verſucht Schieſspulver durch Schlag mittelſt Knall-Queckſilber zu entzünden, und bin durch die belehrenden Vorleſungen, welche Herr Murray hier im November 1822 gehalten hat, auf dieſe Verſuche wieder zurück geführt worden. Ich machte mir dieſes Präparat, verſuchte es mit den kupfernen Zündhütchen (*caps*) *), und da

*) Eine 2⅝''' lange und 2''' weite cylindriſche Hülſe aus Kupferblech, an deren Boden das Zündkraut feſt ſitzt, das ſo noch beſſer geſichert iſt, als in einem mit Wachs gemachtem, lokker in der Pfanne liegendem Kügelchen. Das Zündloch dieſer Jagdflinten bildet ein der Länge nach in ſeiner Axe durchbohrtes lothrecht ſtehendes Stahlſtäbchen; auf dieſes wird das Zündhütchen mit dem offnen Ende nach unten geſetzt. Beim Schlag der durch die Feder getriebenen ausgehöhlten Pfanne auf das Hütchen, geht der Schuſs zuverläſſig los, und was nicht zum Zündloch herein dringt, zerreiſst das Hütchen ſeitwärts und nimmt dort ſeinen Ausweg. *Gilb.*

ich es in jeder Hinſicht dem aus Knallſalz bereiteten vorzuziehn fand, ſo bediente ich mich deſſelben den ganzen Winter über zur Jagd.

Die Vorzüge dieſes neuen Zündpulvers ſind folgende: Es macht nicht ſo ſchnell roſten als das aus Knallſalz bereitete; erzeugt weder Staub noch Feuchtigkeit; ſcheint mir, nach vielen ſchweren Proben, denen ich es unterworfen habe, zu urtheilen, nicht ſo leicht als das bisherige zu explodiren; und wirkt, wenn es explodirt, minder zerſtörend, da die Kraft deſſelben ſich nicht ſo weit in die Ferne als die des Pulvers aus Knallſalz erſtreckt. Wer daran zweifelt daſs Knall-Queckſilber Schieſspulver entzünden könne, mache nur den Verſuch mit einer Flinte die durch Schlag feuert; wird beim Laden der Pfropf ſo hineingetrieben, daſs er das Pulver bis zur Berührung mit dem knallenden Präparate bringt, ſo geht der Schuſs beim Losdrücken jedesmal los.

Ich nehme zur Bereitung des Knall-Queckſilbers jedesmal 2 Drachmen Queckſilber, gieſse auf ſie 6 Drachmen-Maaſse reine Salpeterſäure, und erhalte die Säure in einem dazu ſchicklichen Glaſe über einer Weingeiſtlampe ſo lange im Kochen, bis ſie alles Queckſilber aufgelöſt hat. Wenn ſie dann wieder faſt ganz abgekühlt iſt, gieſse ich ſie auf ein Unzenmaaſs Alkohol. Manchmal erfolgt unmittelbar ein Aufbrauſen, unter Entweichung von Salpeteräther; gewöhnlich aber muſste ich eine Weingeiſtlampe zu Hülfe nehmen, und die Säure ſo lange über ihr erhitzen, bis ein weiſser Dampf aufſtieg, worauf das Aufbrauſen erfolgte. Ich laſſe nach Fortnehmen der Lampe dieſes Brauſen ſo lange ungeſtört dauern, bis der fort-

gehende Dunſt röthlich wird; dann aber gieſse ich Waſſer zu, welches das Pulver niederſchlägt. Nachdem alles Pulver ſich abgeſetzt hat, gieſse ich die Flüſſigkeit ab und aufs neue Waſſer darauf, und ſo mehrmals, bis es von aller Säure möglichſt befreit iſt. Dann ſtürze ich alles in ein Filtrum, laſſe das Pulver auf dem Papier in einer luftigen Stube trocknen, und hebe es auf in einer mit einem Korke (nicht mit einem Glasſtöpſel) verſchloſsnen Flaſche *). Manchmal iſt das Pulver ganz weiſs, manchmal lichtbraun, das iſt aber ohne Einfluſs.

Um die aus dünnen Kupferblech beſtehenden Hütchen damit zu füllen, bediene ich mich einer elfenbeinernen Nadel, die am einen Ende mit einer kleinen Schaufel, um Knall-Queckſilber aufzunehmen, verſehn, und am andern Ende flach abgeſchnitten iſt, bringe damit nur ſehr wenig dieſes Zündkrauts in das Hütchen, ſo daſs es nur eben hinreicht den Boden zu bedecken, tauche das flache Ende der Nadel in eine ſtarke Benzoe-Tinktur, und drücke daſſelbe an das Pulver in dem Hütchen an unter ſanftem Umdrehen, wodurch das Pulver wie durch einen Firniſs in dem Hütchen angeklebt und gegen das Herausfallen geſichert wird. Bei einiger Uebung laſſen ſich auf dieſe Art eine groſse Menge Hütchen in kurzer Zeit bereiten; mehrere meiner Jagdfreunde haben ſolche von mir zubereitete Hülſen mit Knall-Queckſilber, die ich ihnen gab, auf der Jagd verſucht, und alle waren darin einſtimmig, daſs dieſes Zündkraut dem gewöhnlichen aus chlorinſaurem Kali bereiteten vorzuziehn ſey **).

*) Die Bereitung muſs unter einem Kamin, oder in einer ganz leeren Stube, oder im Freien geſchehn, damit man nichts von der ſalpetrigen Säure leide. Daſs das Aufbewahren und Aufſchütten groſse Vorſicht erheiſche, iſt bekannt. *W.*

**) Das Knall-Queckſilber läſst ſich auch mit der Benzoe-Tinktur zu einem Teige machen, und dann körnen, zum Behuf der Magazin-Schlöſſer von Forſyth und anderer Künſtler, muſs aber nie mit irgend einem andern Körper vermengt werden. *W.*

IV.

Farben-Erſcheinungen, welche Eis mittelſt polariſirten Lichtes hervorbringt;

beobachtet vom

Profeſſor W. A. Förstemann zu Danzig.

Am letzten Tage des vorigen Jahres bemerkte ich zufällig in Waſſer, welches ſich durch Abthauen gefrorner Fenſter auf einer Fenſterbank geſammlet hatte, ein angenehmes Farbenſpiel, und ſahe bald ein, daſs daſſelbe durch das noch am Fenſter befindliche Eis veranlaſst wurde. Die ausgezeichnete Strenge des Winters gab mir noch oft die Gelegenheit, die Erſcheinung zu beobachten und zu unterſuchen. Ich erklärte mir dieſelbe bald ſo, daſs das Tageslicht wenigſtens groſsentheils durch Brechung in der Fenſterſcheibe polariſirt werde, das Eis durchdringe, und dann von dem Waſſer unter einem dem Polariſations-Winkel deſſelben nahen Winkel zurückgeworfen werde, wobei das Eis auf gleiche Weiſe wirke, wie ein Blättchen Glimmer u. dergl. Da ich nirgends von einer ſolchen Wirkung des Eiſes gehört oder geleſen hatte, ſo glaubte ich, ſie ſey vielleicht noch nicht beobachtet worden. Mein Bruder, der ſich in Bonn den Naturwiſſenſchaften widmet, belehrte mich jedoch, daſs ſchon J. W. Pfaff daſſelbe beobachtet und mit folgen-

den Worten beſchrieben habe *). „Unter die Kry-„ſtalle, welche die Farbenbilder erzeugen, gehört auch „das Eis. Wenigſtens ſah ich auf eine ausgezeich-„nete Weiſe, als das vom heitern Himmel abſtrah-„lende Licht durch die mit den blumigen Eiskryſtal-„len belegte Fenſterſcheiben fiel, farbiges Spiel, wenn „ein zweiter Spiegel zum Ab- oder Durchſpiegeln des „Bildes angewandt wurde. Die Farbengegenſätze tra-„ten wieder ein, mit der verſchiedenen Stellung des „zweiten Spiegels nach den Weltgegenden und der „Kryſtallfiguration an ſich.“ Ich halte es dennoch nicht für überflüſſig, die Ergebniſſe meiner Beobachtungen mittelſt dieſer mit Recht geſchätzten, vielgeleſenen Annalen mitzutheilen, um Phyſiker auf die in der That ſehr nette Erſcheinung aufmerkſamer zu machen, als ſie es bisher geweſen zu ſeyn ſcheinen.

Folgendes iſt das Weſentliche, was ſich mir ergab:

1) Sehr bequem diente mir zu den Verſuchen, ſtatt des auf der Fenſterbank angeſammelten Waſſers, ein Waſſerſpiegel, durch Benetzung einer Schiefertafel hervorgebracht, die ich in verſchiedenen Lagen an jede beliebige Fenſterſcheibe halten konnte. Die Schwärze der Tafel vertrat die Stelle der ſchwarzen Belegung eines Glasſpiegels.

2) Helles Tageslicht eines heitren Himmels wird vorausgeſetzt. Bei wenigen Wolken ſind die Farben

*) In ſeinem Schriftchen „Das Licht und die Weltgegenden, ſammt einer Abhandlung über Planeten-Conjunctionen und den Stern der drei Weiſen. Bamberg 1821.“ Seite 24. *F.*

ſchon ſehr ſchwach, bei bedecktem Himmel bemerkte ich die Farben gar nicht.

3) Es muſs ſchon eine dünne äuſsere Schicht des Eiſes abgethaut, und dadurch daſſelbe durchſichtig geworden ſeyn.

4) Nur ſolche Stellen des Eiſes bringen die Erſcheinung hervor, welche vor dem Abthauen eine federbuſchartige (blumenartige) Bildung zeigen, und durch eigene Kryſtalliſation aus langen ziemlich parallel aneinander gelegten Eisnadeln zu beſtehen ſcheinen. Nach angefangenem Abthauen unterſcheiden ſich dieſe Stellen durch ihre Durchſichtigkeit von den unwirkſamen, welche nur ſchwach durchſcheinend ſind.

5) Ich hielt den auf der Schiefertafel gebildeten Waſſerſpiegel ſo an eine Fenſterſcheibe, daſs Scheibe und Spiegel ſich in einer horizontalen Linie berührten, bewegte dann den Spiegel ſo, daſs er verſchiedene Neigungswinkel mit dem Fenſter machte, und ſahe auch unter verſchiedenen Neigungen in den Spiegel. Hier erſchienen die Farben am lebhafteſten, wenn der nach oben gebildete Neigungswinkel des Spiegels mit dem Fenſter zwiſchen 90° und 110° war, und der Neigungswinkel der aus dem Spiegel zum Auge gehenden Strahlen mit dem Spiegel zwiſchen 30° und 50° betrug. Dieſe Schätzungen ſtimmen mit den bekannten Geſetzen der Polariſation. Der Polariſations-Winkel des Glaſes iſt = 35° 25′, der des Waſſers = 37° 15′. Hiernach müſste der letzte auf 30° bis 50° geſchätzte Winkel = 37° 15′ geweſen ſeyn, und der erſte Winkel (als dritter eines Dreiecks, in dem ein Winkel = 37° 15′, der zweite = 35° 25′ war)

zwifchen 90° u. 110° liegende, 107° 20′ betragen haben. Hier ift aber nicht zu vergeffen, dafs diefer letzte die ftärkfte Wirkung gebende Winkel, wohl felten genau diefe Gröfse zu haben brauchte, da die Wirkung auch von der Ausdehnung und Helligkeit derjenigen Stelle des Himmels abhängt, von welcher gerade die wirkfamen Strahlen kommen.

6) Gränzte eine wirkfame Stelle des Eifes an eine durch Abthauen fchon völlig vom Eife befreite Stelle des Fenfters, fo zeigte das Eis hier einen farbenlofen Saum; ohne Zweifel, weil es hier fchon zu dünn war. Hierauf folgte ein Streifen von unreiner hellbrauner Farbe, auf diefe aber folgten lebhafte, reinere Farben; und zwar ganz gewöhnlich nach fchwachem fchmalen Violet ein deutliches Blau, welches durch Gelb-Grün in Roth, diefes durch Blau in Grün überging, und dann folgte nicht felten wieder Roth, dann wieder Grün u. f. w. Eine fo mannichfaltige Farben-Abwechfelung liefs fich freilich nur an einigen Stellen wahrnehmen. Ohne Zweifel hingen diefe Farben von der verfchiedenen Dicke des Eifes ab.

7) Ich fchnitt ein wirkfames Eisblättchen aus und entfernte das Eis, welches daffelbe umgab, fo dafs fich jenes Blättchen an dem Fenfter herumdrehen liefs; dadurch wurden Farben-Aenderungen hervorgebracht.

8) Ich brachte einen Wafferfpiegel in verfchiedene Lagen, fo dafs er die Fenfterfcheibe nicht in einer horizontalen, fondern in einer fchrägen Linie berührte. Auch diefes fchien den zu erwartenden Einflufs auf die Farben zu haben, doch liefs fich jene Veränderung der Lage der Schiefertafel nicht weit

treiben, weil dann bald ſtatt des Himmels ſich irdiſche Gegenſtände abſpiegelten, welche nur zuweilen ſehr ſchwache Farben bemerken lieſsen.

9) Endlich ſahe ich bei unveränderter Lage des Spiegels von verſchiedenen Seiten in denſelben hinein, ſo daſs die Lichtſtrahlen in Ebenen lagen, welche unter ſchiefen Winkeln gegen die Fenſterſcheibe geneigt waren. Auch hier erſchienen die Farben etwas anders. So bemerkte ich eine Stelle im Eiſe, welche zuerſt, als ich von der rechten Seite her in den Spiegel ſahe, jene in 6) erwähnte unreine hellbraune Farbe zeigte; bewegte ich dann den Kopf immer weiter nach der linken Seite hin, ſo ging dieſe Farbe in Violet, Blau, Gelbgrün, Roth über. Eine andere Stelle fing unter gleichen Umſtänden bei Violet an, zeigte dann Blau u. ſ. w.

Man kann ganz ähnliche Erſcheinungen hervorbringen, indem man unter übrigens gleichen Umſtänden, ſtatt des Eiſes Glimmerblättchen an die Fenſterſcheibe hält. Doch erſchienen mir dann die Farben lange nicht ſo lebhaft, wie vermittelſt des Eiſes. Auch hat es mir nicht gelingen wollen, ein Eisblättchen vom Fenſter abzunehmen, und etwa in ſenkrechter Lage gegen den Lichtſtrahl zu halten; das Blättchen wird hiebei gar bald zu dünn.

V.

Wiederholung und Erweiterung des Döbereiner-schen Versuchs.

Frei dargestellt von Gilbert.

Meine Leser kennen diesen sehr interessanten Versuch, welchen Hr. Hofrath Döbereiner im Julistücke 1823 dieser Annalen zuerst bekannt gemacht hat *), und der überall, wo er seitdem wiederholt wurde, mit Recht das gröfste Auffehn erregt hat. Die HH. Dulong und Thenard in Paris sind die Ersten, welche ihn zum Gegenstande zusammenhängender, nach einem bestimmten Plane und gewissermafsen vollständig durchgeführter Versuche gemacht haben, um die Naturkraft, welche dabei wirksam ist, wenigstens der Art nach kennen zu lernen. Ihre gemeinsame Arbeit entspricht dem Ruhme, den sie sich längst als ausgezeichnete Experimentatoren erworben hatten, de-

*) „Neu entdeckte merkwürdige Eigenschaft des Suboxyds des Platins, des oxydirten Schwefel-Platins und des metallischen Platinstaubes von Döbereiner" (*Ann.* B. 74 S. 289) übersetzt in den *Ann. de Chim. et de Phys. Sept.* von Hrn Dr. Liebig. — Die erste Nachricht, welche von dem Döbereiner'schen Versuche in englischen Zeitschriften gegeben wurde, (von Hrn Faraday in der Zeitschrift der Royal Institution in London) lautete: „Ein ganz aufserordentlicher Versuch ist von Hrn Döbereiner angestellt worden. Die Nachricht davon ist mir von Hrn Hachette mitgetheilt worden, und da ich ihn richtig

nen eben so viel Mittel zur experimentalen Forschung als Scharfsinn zu Gebot steht. Haben sie gleich ihren Zweck noch nicht erreicht, so sehn wir sie doch schon, nachdem sie so eben die bedeutendere zweite Hälfte ihrer Arbeit in das Publikum gebracht haben, im Besitz so vieler höchst überraschender Resultate, daſs ich eile diese meinen Lesern vollständig vorzulegen, die erste Hälfte, in deren Mittheilung mir Andre zuvorgekommen sind, in einer freien Darstellung, die zweite Hälfte aber, welche in Deutschland noch unbekannt ist, nach meiner freien Uebersetzung. Durch den Ueberblick über das Ganze erscheint das Einzelne erst in seinem wahren Werthe und genügend. Es ist mir angenehm, daſs ich der Erste seyn kann, der seinen Lesern auf diese Art die bedeutende Arbeit vorlegt, durch welche wir der Natur wiederum eine neue noch nicht beachtete Seite abzugewinnen scheinen; auch schon Hr. Hofr. Döbereiner hatte seine glänzende Entdeckung meinen Annalen zuerst anvertraut. Was mir Hr. Prof. Pleischl in Prag von seinen interessanten Versuchen mit Palladium mitgetheilt, und was Hr. Döbereiner selbst von der Fortsetzung seiner Forschung bekannt gemacht hat, findet sich unter (3) und (4).

Gilbert.

fand, so wird jeder Chemiker erfreut seyn ihn kennen zu lernen. Er besteht darin, daſs man gegen fein zertheiltes Platin, wie man es durch Glühen des salzsauren Ammoniak-Platins erhält, einen Strom Wasserstoffgas stoſsen läſst; in Folge der Berührung entflammt sich das Wasserstoffgas, und selbst wenn es sich nicht entflammt, bringt es das Platin an Stellen zum Glühen. Ich finde sogar, daſs wenn das Wasserstoffgas über Platin in einer Röhre fortgeht, ohne daſs man Luft zuläſst, es auf dieselbe Art heiſs wird (?) . . ."

1.

Ueber die Eigenschaft, welche einige Metalle besitzen, die Verbindung elastischer Flüssigkeiten zu befördern;

von den HH. Dulong und Thenard,

(vorgeles. in der Paris. Akad. der Wiss. am 15 Septemb. 1823.) *)

Alles was die Verfasser, als sie diese Versuche anstellten, von den Döbereiner'schen Versuchen aus einer sehr ungenauen Nachricht in dem *Journ. des Débats* vom 24sten August, und aus ihnen mitgetheilten Briefen an Hrn Dr. Liebig erfahren hatten, war, dass metallisches Platin im schwammigen Zustande Sauerstoffgas und Wasserstoffgas veranlasse, sich mit einander in der gewöhnlichen Temperatur zu verbinden, unter Entwickeln von so viel Wärme, dass das Metall rothglühend werde. Sie fanden diese überraschende Thatsache vollkommen richtig, und zeigten der Akademie die Erscheinung vor, da sie so äusserst leicht hervorzubringen ist, und nach ihrem Urtheil zu den merkwürdigsten gehört, welche die Physiker kennen gelernt haben.

Sie fanden „die von Hrn Gay-Lussac erfundne Wasserstoffgas-Lampe" zu diesem Versuch äusserst bequem, wenn man das Electrophor herausgenommen, oder die Leitung zu demselben abgehängt hat **). Legt man das

*) Nach den *Ann. de Chim. et de Phys. Aoust.* 1823.

**) Dasselbe gilt von jeder andern Art der *electrischen Feuerzeuge*, welche seit der zu Basel im J. 1770 bekannt gemachten Fürstenberg'schen *Brennluft-Lampe*, unter uns von gar mannigfaltiger Gestalt und Einrichtung im Gebrauche sind, und dergleichen auch schon Hr. Döbereiner zu seinem Versuche gebraucht hat (St. 7 S. 275). *Gilb.*

schwammige Platin vor der feinen Mündung der Hahnröhre, aus der das Wasserstoffgas beim Oeffnen des Hahns aus dieser Lampe entweicht, in eine Entfernung von etwa 2 Centimeter ($\frac{3}{4}$ Zoll) von derselben, so gelangt der Gasstrom mit vieler atmosphärischen Luft vermengt an die Oberfläche des Platin-Schwamms, und nun fängt dieser bald an roth zu glühen und entzündet das Wasserstoffgas, welches eben so fortbrennt als wenn man es durch einen electrischen Funken entzündet hat. In Ermangelung der Wasserstoff-Lampe kann man auch den gewöhnlichen Apparat zum Entbinden von Wasserstoffgas nehmen, wenn man nur dahin sieht, daſs das Gas durch eine sehr feine Oeffnung entweicht, damit es sich mit atmosphärischer Luft hinlänglich vermenge.

Nachdem die Verfasser von der Richtigkeit des Döbereiner'scher Versuchs sich überzeugt hatten, erweiterten sie ihn auf mannigfaltige Weise. Sie tauchten ein Stück schwammiges Platin in sogenanntes *Knallgas* (2 Maaſs Wasserstoffgas und 1 Maaſs Sauerstoffgas), und was sie vermuthet hatten, geschah: das Gasgemenge kam zum Detoniren. Sind beide Gase nicht nahe in dem Verhältnisse vorhanden, worin sie mit einander Wasser bilden, oder ist zugleich ein unverbrennliches Gas, z. B. Stickgas, gegenwärtig, so verbinden sie sich nur langsam, und dabei erhöht sich die Temperatur nur wenig; doch erscheint auch dann bald an den Wänden des Gefäſses sich condensirendes Wasser.

Durch heftiges *Calciniren* verliert zwar das schwammige Platin die Eigenschaft roth zu glühen, aber nicht die Eigenschaft die beiden Gase langsam zu

vereinigen; nur entſteht dann dabei keine merkbare Temperatur-Erhöhung. Platin, das durch die bekannten chemiſchen Mittel zu einem ſehr *feinen Pulver* gemacht worden, wirkt in minderer Temperatur ſelbſt nicht langſam auf die beiden Gaſe; eben ſo wenig thut dieſes in minderer Temperatur *Platindraht* oder ein *Platinſtab.* Man hätte hieraus vermuthen können, Poroſität des Metalls ſey eine weſentliche Bedingung des Erfolgs; daſs dieſem aber nicht ſo iſt, ging aus den folgenden Thatſachen hervor.

Die Verfaſſer hatten aus Platin ſo dünne *Blättchen* gebildet, als ſich nur mit dem Hammer ſchlagen lieſsen. Dieſe Blättchen wirkten ohne in der Temperatur im mindeſten erhöht zu ſeyn, auf ein Gemenge aus 2 Maaſs Waſſerſtoffgas und 1 Maaſs Sauerſtoffgas, und zwar um ſo ſchneller, je dünner das Blättchen war: ein Paar derſelben brachten in wenig Secunden eine Detonation hervor. Dieſe Wirkung wird durch die phyſikaliſche Bedingung noch ſonderbarer, unter der ſie einzig und allein erfolgt. Wenn nämlich ein dünnes glattes Platinblättchen in Knallgas hängt, ſo zeigt ſich ſelbſt nach mehreren Tagen keine Wirkung, gleich viel das Blättchen mag ganz frei hängen oder um einen Glasſtab gerollt ſeyn; bringt man aber daſſelbe Blättchen zuſammen gekrumpelt hinein, ſo wirkt es augenblicklich und bringt das Gas zum Detoniren.

Es laſſen ſich indeſſen auch gerollte glatte Blättchen, Drähte, Pulver und dicke Stäbe von Platin, welche in der gewöhnlichen Temperatur unwirkſam ſind, zur Wirkſamkeit bringen, zwar nicht ſo weit, daſs ſie eine Detonation, wohl aber daſs ſie eine langſame Er-

zeugung von Waſſer hervorbringen. Zu dem Ende braucht man nur die Temperatur des Metalls auf 200 bis 300° C. (160° bis 240° R.) zu *erhöhen;* und zwar je dicker es iſt, deſto mehr.

Das Platin iſt, wie die Verff. gefunden haben, nicht das einzige Metall, welches die neu entdeckte Eigenſchaft beſitzt. Sie verſuchten von den andern Metallen zuerſt in dieſer Hinſicht das *Palladium*, wozu die Vermuthung ſie veranlaſste, daſs die hier in Rede ſtehende Erſcheinung, auf derſelben Urſach als die merkwürdige Thatſache beruhe, welche Sir Humphry Davy bei den Unterſuchungen die er zum Behuf ſeiner Sicherungs-Lampen anſtellte, entdeckt hat, daſs nämlich Platin-Draht u. eben ſo auch Palladium-Draht, die man in ein detonirbares Gasgemenge taucht ohne ihre Temperatur erhöht zu haben, darin rothglühend werden. Hrn Thenard war von dem Dr. Wollaſton ein Stück Palladium zum Geſchenk gemacht worden, daher an der Reinheit deſſelben kein Zweifel ſeyn konnte; dennoch war es zu ſpröde um ſich zu ſehr dünnen Blättchen ſchlagen zu laſſen. Dieſem Umſtande mochte es zuzuſchreiben ſeyn, daſs es in niederer Temperatur nicht wirkte; in erhöhter Temperatur war es dagegen zum wenigſten eben ſo wirkſam als Platin von gleicher Dicke. — Da *Rhodium* ein ſprödes Metall iſt, lieſs es ſich noch weniger zu Blättchen ſchlagen, deſſen ungeachtet veranlaſste es bei den Verſuchen, welche die HH. Dulong und Thenard damit anſtellten, wenn es bis 240° C. erhitzt war, die Erzeugung von Waſſer aus den beiden Gaſen *).

*) Nach einer ſpäter zugefügten Anmerkung, und dem was

Gold und *Silber* wirkten auf ähnliche Weise (selbst in dünnen Blättchen) nur wenn ihre Temperatur erhöht war, jedoch noch unterhalb des Siedepunkts des Queckfilbers. Dabei wirkt Silber schwächer als Gold; eine Goldstange schwieriger als Goldblatt; und eine dicke Silberstange so schwach, daſs es die Frage blieb, ob sie überhaupt wirke.

Auch mit *Gemischen* aus *zwei andern Gasarten* haben die Verfasser Versuche gemacht, um zu prüfen, ob sich durch dasselbe Verfahren nicht auch andre Verbindungen als Wasser bewerkstelligen lieſsen. Sie fanden daſs schwammiges Platin schon in niederer Temperatur *gasförmiges Kohlenstoffoxyd* und *Sauerstoffgas* bestimmt sich mit einander langsam zu vereinigen. Auf *Oel - bildendes Gas* und *Sauerstoff-Gas*, in dem Verhältnisse worin sie Wasser und Kohlensäure bilden können gemischt, wirkt aber Platin erst wenn es bis über 300° C. hinaus erhitzt ist, in welchem Fall diese Verwandlung vollständig vor sich geht. Platin-*Blättchen* vermochten selbst die erste dieser Wirkungen nur in derselben erhöhten Temperatur, und *Gold - Blättchen* diese Wirkung erst dann hervorzubringen, wenn sie der Hitze des siedenden

Herr Thenard am 22sten September der Akademie mündlich mittheilte, hatten sie sich bis dahin überzeugt, „daſs eine *schwammige* Masse von *Palladium* das Wasserstoffgas eben so gut als der Platinschwamm zu entzünden vermag; daſs schwammiges *Iridium* bei derselben Behandlung sehr heiſs wird und die Wasser - Erzeugung bewirkt; und daſs drittens *Kobalt* und *Nickel* in Masse, wenn sie bis 300° C. erhitzt worden, die Verbindung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Wasser hervorbringen.“ *Gilb.*

Queckſilbers [350° C.] ganz nahe gebracht waren. — Eine Mengung von *Salpetergas* und *Waſſerſtoffgas* verwandelt ſich durch Einfluſs *ſchwammigen Platins* von niederer Temperatur in Waſſer und in Ammoniak, auch wirkt Platin-Schwamm in niederer Temperatur auf eine Mengung von *oxydirtem Stickgas* und von *Waſſerſtoffgas*.

Schon vor langer Zeit ſind von Hrn Thenard Beobachtungen bekannt gemacht worden, aus denen erhellt, daſs Eiſen, Kupfer, Silber, Gold und Platin die Eigenſchaft beſitzen in einer erhöhten Temperatur *Ammoniakgas* zu zerſetzen, ohne aus dieſem Gas das mindeſte einzuſchlürfen; dieſe Eigenſchaft ſchien unerſchöpflich zu ſeyn, und von dieſen Metallen, bei gleichen Oberflächen, in einer der hier angegebenen Ordnung gemäſsen Stärke ausgeübt zu werden, vom Eiſen am mächtigſten. Es reichten 154 Gran Eiſendraht hin, einen 8 bis 10 Stunden lang fortdauernd ſehr ſchnell entwickelten Strom von Ammoniakgas zu zerſetzen, in einer Temperatur, welche geringer war als die, in der das Ammoniakgas für ſich völlig unzerſetzt bleibt. Von Platindraht bedurfte es der 3-fachen Menge als von Eiſendraht um dieſelbe Wirkung hervorzubringen, ſelbſt wenn die Temperatur beim Platin höher war.

„Vielleicht, bemerken die Verff., hängt das merkwürdige Reſultat dieſer Verſuche von derſelben Urſach ab, welche den Gold- und Silber-Blättchen bei 300° C., und Platin in Maſſe bei 270° C. Hitze, ſchwammigem Platin aber in der gewöhnlichen Temperatur das Vermögen mittheilt die Verbindung von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas zu Waſſer zu bewirken. Da ſich

nun zeigt, daſs Eiſen, welches das Ammoniakgas ſo ſchnell zerſetzt, das Verbinden von Sauerſtoff und Waſſerſtoff gar nicht oder nur höchſt wenig befördert; und daſs umgekehrt das für letztere Wirkung ſo kräftige Platin das Ammoniak kaum zu zerſetzen vermag; — ſo ſcheint es, als hätten einige Gaſe ein Beſtreben ſich zu vereinigen, andre ſich zu trennen unter dem Einfluſſe der Metalle, und als ſey dieſes nach der Natur der Metalle verſchieden, ſo daſs die, welche die eine Wirkung am vollkommenſten hervorbringen, die andre nur ſchwach oder gar nicht zu erzeugen vermögen."

„Aller Vermuthungen über dieſe ſonderbaren Erſcheinungen enthalten wir uns, bevor wir nicht die Verſuche werden zu Ende gebracht haben, welche von uns zur Prüfung dieſer Meinungen unternommen worden ſind."

2.

Neue Beobachtungen über die Eigenthümlichkeit gewiſſer Körper die Verbindung elaſtiſcher Flüſſigkeiten unter einander zu befördern;

von den HH. Dulong und Thenard.

(Vorgeleſ. in der Akad. der Wiſſenſch. am 3 Novemb. 1823.)

Frei überſetzt von Gilbert *).

Seitdem wir unſere erſte Nachricht vorgeleſen haben, iſt Hrn Döbereiner's eigner Aufſatz über die von

*) Nach der HH. Gay-Luſſac und Arago Ann. de Ch. et de Phyſ. Ein Auszug ſtand im Moniteur. *G.*

ihm entdeckte Erfcheinung nach Frankreich gekommen *). Diefer Auffatz enthält keine beftimmte Theorie; wir haben daher unfere Unterfuchungen fortgefetzt, in der Hoffnung dafs es uns glücken werde aufzufinden, welcher Gattung von Kräften diefe fonderbare Erfcheinung zuzufchreiben fey. Die Refultate diefer neuen Verfuche fey es uns erlaubt der Akademie jetzt vorzutragen.

Als wir über unfere erften Verfuche berichteten, kannten wir kein anderes Metall als das *Platin*, welches auf das Knallgas ftark genug wirkt, um fich von der *gewöhnlichen* Temperatur der Atmofphäre ab bis zum Glühen darin zu erhitzen. Jetzt wiffen wir, dafs fich auf diefelbe Weife verhalten: *Palladium*, *Rhodium* und *Iridium*; auch *Osmium*, doch nur wenn es bis 40° oder 50° C. erwärmt ift. Schwammiger *Nickel* wirkt ebenfalls in der gewöhnlichen Temperatur, aber nur fehr langfam; Hr. Döbereiner hatte fchon vor uns die Wirkfamkeit von ftaubförmigem Nickel wahrgenommen.

Diefes find die einzigen Körper, die uns bis jetzt in der gewöhnlichen Temperatur eine wahrnehmbare Wirkung gezeigt haben. In mehr oder weniger *erhöhter* Temperatur, (die jedoch nie bis zum Siedepunkte des Queckfilbers ftieg), fanden wir dagegen *alle Metalle* wirkfam, mehr oder weniger. Es ift jedoch fehr fchwierig ihre Kraft in diefer Hinficht genau zu vergleichen, da die Gröfse der Oberfläche, die Dicke und felbft die Configuration der Stücke auf die-

*) Siehe oben S. 81. Anm. G.

felbe Einflufs haben. So z. B. wirken *Gold*bleche erft in einer Hitze von 280° C., Goldblättchen in einer Temperatur von 260° C., feiner Goldftaub aber fchon in einer Temperatur von 120° C.

Es befitzen diefe Eigenfchaft auch noch andere Körper als die Metalle. In erhöhten Temperaturen die nicht bis 350° C. [den Siedepunkt des Queckfilbers] hinauf gehn, beftimmen *Kohle*, *Bimftein*, *Porzellain*, *Glas* und *Bergkryftall* das Sauerftoffgas und Wafferftoffgas fich mit einander zu vereinigen. Unter den Salzen äufsert der *Flufsfpath* nur eine kaum wahrzunehmende Wirkung, welche wohl von den fremden Körpern herrühren könnte, von denen er felten ganz rein ift. *Weifser Marmor* fcheint unter der angegebnen Temperatur-Gränze gar nicht zu wirken.

Dafs die *Configuration* der feften Körper auf ihre Wirkfamkeit wefentlichen Einflufs hat, davon gaben uns *eckige* und *abgerundete Glasftücke* von nahe gleicher Oberfläche den Beweis; denn die erfteren veranlafsten in derfelben Zeit die Erzeugung von faft einer doppelt fo grofsen Menge von Waffer als die letzteren. — Schon Sir H. Davy hatte ein langfames Verbrennen des Wafferftoffgas, fo wie des Kohlen-Wafferftoffgas wahrgenommen, obfchon nur in Temperaturen über dem Siedepunkte des Queckfilbers; er hielt daffelbe für das alleinige Refultat der gegenfeitigen Wirkung der gemengten elaftifchen Flüffigkeiten auf einander, ohne auf die Natur der Gefäfse zu fehn, in denen fie enthalten waren. Unfere Beobachtungen lehren aber, dafs die Verbindung bei jeder verfchiedenen feften Subftanz, welche mit dem verbrennlichen Gasgemenge in Berührung ift, in einer verfchiednen

Temperatur vor ſich geht. Die tropfbaren Flüſſigkeiten ſcheinen an dieſer Eigenſchaft nicht Antheil zu haben; wenigſtens äuſserte kochendes oder bis nahe am Kochen erhitztes *Queckſilber*, binnen 6 Stunden keine meſsbare Wirkung.

Bis hierher zeigte ſich in dieſen Phänomen eine den mehrſten feſten Körpern, (Metallen wie andern, und einfachen wie zuſammengeſetzten), gemeinſchaftlich zukommende Eigenſchaft. Nun aber wurden wir auf Thatſachen geführt, welche beweiſen, daſs den in der gewöhnlichen Temperatur wirkſamen Metallen, dieſe Eigenſchaft *keineswegs inhärirend* iſt, daſs ſie ſich vielmehr ihnen benehmen und wieder geben läſst, ſo oft man will; indeſs uns dagegen bis jetzt noch nichts den Beweis gegeben hat, daſs in den nur in erhöhten Temperaturen wirkſamen Metallen durch die nämlichen Urſachen ein ſolcher Wechſel in Beziehung auf die angeführte Eigenſchaft hervorgebracht werden könne. Wir haben die mehrſten der hierher gehörenden Verſuche, von denen wir jetzt in der Kürze Nachricht geben wollen, mit *Platin* in fünf verſchiedenen Geſtalten angeſtellt, nämlich mit Platin in dünnem Draht, in Feilſpähnen, in dünnen Blättchen, als Schwamm und als unfühlbarer Staub.

Der Platin*draht*, deſſen wir uns bedienten, war $\frac{1}{20}$ Millimeter ($\frac{1}{9}$ Linie) dick, und wir bildeten daraus in allen Verſuchen Bündel oder Strähne von ungefähr hundert Umgängen, um das zu ſchnelle Erkalten zu vermeiden. Neuer (eben erſt verfertigter) Platindraht, der die Temperatur der Atmoſphäre hat, erhitzt ſich nicht in einem Strome von Waſſerſtoffgas der durch die Luft geht; er muſs wenigſtens bis 300° C. erhitzt

ſeyn wenn er die Verbindung der beiden Gasarten bewirken und die ihm ertheilte Temperatur noch erhöhen ſoll; dieſes iſt der alte Verſuch des Hrn Davy.

Wenn dagegen derſelbe Draht mehrmals abwechſelnd bis zum Rothglühn erhitzt und dann wieder kalt geworden iſt, ſo fängt er ſchon zu wirken an, wenn man ihn bis 50° oder 60° C. erwärmt. — Taucht man ihn ferner einige Minuten lang in kalte oder heiſse Salpeterſäure, wäſcht dann die Säure ab, und trocknet ihn in einer Wärme von 200° C., ſo erhitzt er ſich in einem Strom von Waſſerſtoffgas ſchon wenn er die gewöhnliche Temperatur hat, und iſt es ein ſchneller Gasſtrom, ſo kömmt er darin bis zum Glühen. Dieſelbe Wirkung bringen in dem Platindrahte concentrirte Schwefelſäure und Salzſäure hervor, jedoch, beſonders die letztere, auf eine minder ausgezeichnete Weiſe. Dieſe Eigenſchaft erhält ſich indeſs in dem Drahte nur eine kurze Zeit lang; und zwar in freier Luft nur einige Stunden lang; dagegen wenn man den Draht in einem Gefäſse verſchloſſen erhält über 24 Stunden lang, wobei die Natur oder die electriſche Iſolirung des Gefäſses auf dieſe Dauer keinen Einfluſs zu haben ſcheint; dieſelbe Eigenſchaft verſchwindet endlich in ungefähr 5 Minuten, wenn man den Draht mittelſt einer Siegellack-Stange iſolirt in eine geringe Menge gleichfalls iſolirtes Queckſilber taucht; und eben ſo ſchnell verliert ſie ſich in einem raſchen Strome trockner Luft, ſey es atmoſphäriſcher Luft, oder von Sauerſtoffgas, Waſſerſtoffgas oder kohlenſaurem Gas. Dagegen benehmen weder Kali, noch Natron, noch Ammoniak dem Drahte die ihm in der Berührung mit Salpeterſäure ertheilte Eigenſchaft;

vielmehr scheinen die beiden ersteren sie wieder anzufachen in einem Drahte, dem man sie schon mehrmals durch dieses Verfahren mitgetheilt hat.

Platin-Feilspähne, die mit einer Feile von mittlerer Gröſse gemacht sind, besitzen die erwähnte Eigenschaft unmittelbar nachdem sie gebildet worden sind, und behalten sie unter abnehmender Stärke 1 oder 2 Stunden lang. Nachdem sie dieselbe völlig verloren haben, braucht man die Feilspähne nur zu glühen, so befinden sie sich nach dem Erkalten wieder in dem Besitze dieser Eigenschaft. In einem höheren Grade erlangen sie sie wieder durch Berührung mit Salpetersäure oder Salzsäure. In einem eingeschloſsnen Luftraume behalten die Feilspähne diese Eigenschaft mehrere Tage lang; und die Resultate sind gleich, die Platin-Feilspähne mögen auf einer isolirenden Unterlage liegen oder nicht. Das Blasen von Luft auf sie bringt dieselbe Wirkung als auf Platindraht hervor, doch minder schnell. In Waſser gemachte Platin-Feilspähne sind in der gewöhnlichen Temperatur unwirksam.

Bei allen diesen Versuchen begnügten wir uns die Erhöhung der Temperatur des Metalls so weit zu treiben, bis wir es nicht mehr mit den Fingern halten konnten. Daſs die Erhitzung von der Verbindung herrührte, in welcher der Sauerstoff der atmosphärischen Luft mit dem Waſserstoff des Gasstroms trat, daran lieſs sich zwar nach allen unsern Versuchen auf keine Weise zweifeln, doch haben wir zum Ueberfluſs noch unmittelbar nachgewiesen, daſs sich in ihnen Waſser bildet. In einem detonirenden Gasgemenge [Knallgas] bringen Platin*draht* oder Platin-*Feilspähne* manchmal ein sehr schnelles Verschlucken

hervor, und würde der Verfuch in dem Augenblicke angeftellt, wenn die Eigenfchaft im gröfsten Grade der Stärke in ihnen vorhanden ift, fo käme es gewifs zum Explodiren; denn wenn man in diefem Zeitpunkte auf die Feilfpähne einen Strom Wafferftoffgas durch einen Druck von 1 oder 2 Decimeter ($3\frac{1}{2}$ Zoll bis 7 Zoll) Waffenhöhe treibt, fo werden die Feilfpähne glühend und entflammen das Gas, wie in dem Verfuche des Hrn Döbereiner.

Was die *Platin-Blättchen* betrifft, fo wird man fich aus unferm erften Berichte erinnern, dafs fie in der gewöhnlichen Temperatur glatt und entfaltet nicht wirken, fondern nur wenn fie zufammen gekrumpelt find, wie ein Papierpfropf beim Laden. Wir fuchten damals den Grund davon in der Geftalts-Verfchiedenheit, haben aber feitdem gefunden, dafs die Urfach eine andre ift. Gleich den Platin-Feilfpähnen befitzen auch die Platin-Blättchen unmittelbar nachdem fie gemacht worden, die Eigenfchaft auf das Knallgas in niederer Temperatur zu wirken, verlieren aber an der Luft diefe Eigenfchaft völlig fchon in einigen Minuten. Durch Glühen in einem verfchlofsnen Platintiegel läfst fich dem Platin-Blättchen diefe Eigenfchaft wieder geben, und zwar noch in gröfserer Stärke; und erhält man es dann in einem Gefäfse verfchloffen, fo behält es feine ganze Kraft unvermindert volle 24 Stunden lang, fo dafs, wenn man es nach diefem Zeitraume in Knallgas taucht, faft immer eine Detonation erfolgt. An der Luft dagegen verlieret es diefe Kraft vollftändig fchon innerhalb der kurzen Zeit, welche man nöthig hat, um die Falten aus demfelen fortzufchaffen; denn nicht blos das fo entfaltete Platin-

Blättchen wirkt nicht mehr, sondern auch dasselbe Blättchen wenn man es aufs neue zusammen krumpelt ist ohne Wirkung.

Ganz gleiche Thatsachen haben wir beobachtet an *Palladium-Blättchen* und an *Feilspähnen* von *Palladium.*

Das *schwammige Platin* erlangt die Eigenschaft, welche Hr. Döbereiner in demselben entdeckt hat, wahrscheinlich entweder durch die Berührung mit der Salzsäure, die beim Calciniren ausgetrieben wird, oder durch das Glühen während der Bereitung. Ueberdem wird durch die schwammige Structur die Berührung mit der Luft sehr erschwert; daher dem Platin in dieser Gestalt die in Rede stehende Eigenschaft viel schwieriger als in den andern Zuständen entzogen wird, und wenn sie durch ein mehrtägiges Aussetzen an der Luft endlich verloren gegangen ist, sich sogleich dem Platin-Schwamm durch Glühen, oder durch Eintauchen in Salpetersäure wieder geben läſst. Feuchte Luft entzieht diese sonderbare Eigenschaft dem Platin-Schwamm nicht schneller als trockne; selbst Einschlürfen von Wasser oder Durchsteigen von Dampf kochenden Wassers schwächt sie in dem schwammigen Platin nicht merklich; und hat dieses sie durch Salpetersäure wieder erlangt, so machen weder Ammoniak noch Kali sie verschwinden.

Durch Glühen des salzsauren Ammoniak-Platins dargestellter *Platin-Staub* (der also mit Kochsalz gemengt ist), giebt die nämlichen Erscheinungen als das schwammige Platin; und in der That ist er blos sehr fein zertheilter Platin-Schwamm. Durch *Zink* aus einer Platin-Auflösung niedergeschlagener Platin-Staub,

schien uns seine Eigenschaft noch halsstarriger zurück zu behalten, als gleich feiner auf irgend eine andre Weise aus dem Platin gemachter Staub. Wir beschäftigen uns jetzt auszumitteln, ob nicht diese Bereitungs-Art auch bei andern Metallen einen ähnlichen Einfluss äussere *).

Die vorstehenden Beobachtungen lehren uns eine Wirkungsart kennen, welche sich bis jetzt noch auf keine bekannte Theorie zurückführen läfst. Wir sehen dafs eine grofse Menge fester Körper die Verbindung gemengter Gasarten durch ihre Berührung mit denselben befördern, bei Temperaturen, die nach der Natur derselben verschieden sind. Die Stärke dieser Wirkung scheint in einiger Beziehung mit dem Sättigungs-Zustande (*l'état de saturation*) der festen Körper zu stehen. Einige dieser Körper erlangen noch aufser dieser Eigenschaft, unter dem Einflusse gewisser Wirkungsmittel eine ähnliche doch viel stärker ausgesprochene Kraft, und diese Kraft ist (was vorzügliche Bemerkung verdient) vorübergehend, wie es die mehrsten electrischen Wirkungen sind. Man kann sich leicht denken, dafs wir vom Anbeginne unserer Untersuchungen an, die Electricität im Auge gehabt und unsere Versuche so angeordnet haben, dafs sich

*) In der That haben wir schon gefunden, dafs durch Zink niedergeschlagenes und in niederer Temperatur getrocknetes *staubförmiges Gold*, die Verbindung der beiden Gasarten schon bestimmt bei einer Erwärmung bis 120° C., und wenn es zuvor geglüht worden, bei einer Erwärmung bis 55° C. Auf ähnliche Weise bereitetes *staubförmiges Silber* wirkt auch schon bei einer Erwärmung bis 150° C.

in ihnen der Antheil ergeben ſollte, welchen die Electricität an dieſen Erſcheinungen haben möchte; wir müſſen indeſs bekennen, daſs wir bis jetzt die mehrſten der Wirkungen, die wir beobachtet haben, nicht aus der Annahme zu erklären vermögen, daſs ſie blos electriſchen Urſprungs ſeyen.

3.

Ueber das Entglühen des Palladiums im Hydrogenſtrome;

vom Profeſſor Adolph Pleiſchl in Prag.

Gleich bei der erſten Nachricht von Döbereiner's wichtiger Entdeckung vermuthete ich, daſs auch andere Metalle ein dem Platin ähnliches Verhalten im Hydrogenſtrome zeigen würden, vorzüglich das Palladium, welches als ſchlechter Wärme-Leiter nach Wollaſton's und Davy's Verſuchen dem Platin ſo nahe ſteht. Lange bemühte ich mich vergebens, dieſe Vorausſetzung zu rechtfertigen, endlich gelang es mir auf folgende Art:

Ich nahm Palladium, welches ich durch Ausglühen des Palladium-Cyanids (Kyan-Palladiums) *) er-

*) Ich ſpreche und ſchreibe *Kyanogen, Kyanid, Hydro-Kyanſäure* nach der Abſtammung von dem griechiſchen *κυανος*. *Pleiſchl.* [Hr. Gay-Luſſac hat bekanntlich die Namen *Cyanogène, acide cyanique, acide hydrocyanique* etc. nach der deutſchen Benennung *Blauſäure* gemacht. Dieſem zu Folge habe ich in meiner freien Ueberſetzung ſeiner groſsen Arbeit über die Blauſäure in B. 58, Jg. 1816 dieſ. Annal., den neuen Körper im Deutſchen *Blauſtoff* genannt, und mich der Namen *Blauſtoff*ſäure, *Blauſtoff-Waſ-*

halten, und das schon einige Mal gedient hatte um die schöne grüne Farbe zu zeigen, die ein brennender Hydrogenstrom annimmt, wenn man es in denselben hält. Anfangs gelang es mir nur es durch den Hydrogenstrom bedeutend zu erhitzen ohne dass es entglühte: jetzt aber wird dieses Palladium durch ihn in den glühenden Zustand versetzt, wie das Platinpulver, nur nicht so schnell und bei weitem nicht so lebhaft, und erst nachdem das Gläschen, in welchem das Palladium dem Hydrogenstrome ausgesetzt wird, sich so stark erhitzt hat, dass man sich die Finger daran verbrennen kann, welches ich beim Platin bisher niemals beobachtete.

Damit auch Andern dieser Versuch leicht gelinge, muss ich bemerken, dass ich nur die etwas größern Stückchen des Palladiums, und vorzüglich die vielfach zerklüfteten, aber noch zusammenhaltenden in das Glühen kommen sah. Kleine unzusammenhängende Stäubchen fein zertheilten Palladiums erhitzen sich

*ferstoff*säure (die gemeine Blausäure) und Blaustoff-Verbindungen (hier *Blaustoff-Palladium*) etc. bedient, ganz in der Analogie mit meiner deutschen chemischen Sprache, welche jetzt größtentheils von den Chemikern befolgt wird, die endlich fühlen, wie buntscheckig und widrig des Uebertragen der griechisch-französischen Nomenklatur in das Deutsche ihre chemische Sprache gemacht hatte. Ich hoffe um so mehr sie werden mit der Zeit auch bei diesem Namen meinem Beispiele folgen, da es in der That sonderbar seyn würde, Worte, die in der gräcisirenden französischen Nomenklatur *nach dem Deutschen* gemacht sind, in die deutsche chemische Sprache aufzunehmen und die aus dem Deutschen stammenden Namen, deren Stellvertreter jene seyn sollen, aus derselben zu verbannen. *Gilb.*]

zwar ſehr ſtark, ich ſah ſie aber erſt lange nach den erwähnten gröſseren Stückchen ins Glühen kommen, daher es mir ſchien als würden ſie nur durch die unmittelbare Berührung mit den gröſseren glühend. Ein ſtark zerklüftetes Palladium-Stückchen in einer Vertiefung auf einer Kohle in den Hydrogenſtrom gebracht, entglühete nicht bis ich das Kohlenſtückchen in eine mit ihrer Mündung aufwärts gekehrte Glasglocke legte, dann aber bald und heftig; das Palladium-Klümpchen wurde weiſs glühend, und entzündete das Hydrogen mit einem bedeutenden Knall. Auf dieſe Weiſe gelingt der Verſuch viel leichter, und der Erfolg, das Entglühen, iſt viel ausgezeichneter, indem hierbei das Gas zuſammen gehalten, vielleicht auch etwas zuſammen gedrückt wird. Man muſs darauf ſehen, daſs der Hydrogenſtrom auf das Palladiumklümpchen ſenkrecht gerichtet werde; daher es gerathen iſt, mehrere Klümpchen neben einander auf die Kohle hinzulegen.

Mit dem *Palladium-Papier* iſt mir der Verſuch bisher noch nicht vollſtändig gelungen, ſo glänzend ihn auch das *Platin-Papier* zeigt. Um dieſe Papiere darzuſtellen, tränkt man feines Filtrir-Papier mit einer ſalzſauren Auflöſung dieſer Metalle und trocknet es, und wiederholt dieſes mehrmals bis das Papier ſteif iſt, worauf man es entzündet und glüht um die organiſchen Papierfaſern gänzlich zu zerſtören. Man erhält auf dieſe Weiſe das Palladium und das Platin in ſo fein zertheilten Zuſtänden, daſs ein heftiger Hydrogenſtrom ſie verweht. Das auf dieſe Weiſe bereitete *Platin-Papier* zeigt die Döbereiner'ſche Entdeckung noch in einer weit herrlicheren und überraſchenderen

Schnelligkeit, als das Platin-Pulver; denn es entglüht im ſtrengſten Sinne des Wortes augenblicklich, ſo wie es vom Hydrogenſtrome getroffen wird, und entzündet ihn nach wenigen Secunden mit einem Knall; oft, ja meiſtentheils, erfolgt die Entzündung ſchon bei dem erſten Zuſammentreffen.

Daſs ich, als ich die Verſuche über das Entglühen des Palladiums im Hydrogenſtrome anſtellte, keine Kenntniſs von den Verſuchen der HH. Dulong und Thenard hatte, werden die Leſer mir leicht glauben. Ich lernte dieſe erſt am 11ten Januar 1824 kennen, während mein zweiter Nachtrag zu der Abhandlung über Döbereiner's neues Feuerprincip, in dem ich die Umſtände näher anführte, unter welchen das Palladium im Hydrogenſtrome entglüht, ſchon am 24ſt. November 1823 an Hrn Prof. Schweigger abgeſendet wurde *).

*) Ich bin bei dieſer Gelegenheit wieder auf die Verſuche mit dem Glühlämpchen gekommen, die in naher Beziehung mit dem hier erwähnten ſtehen. Ich habe *Nickeldraht* in Alkohol- oder Aether-Dämpfen einige Male 2 Stunden ununterbrochen glühend erhalten; allein länger nicht bei aller angewendeten Mühe und Abänderung. Eben ſo wenig gelang es mir *Stahldraht* länger als $1\frac{1}{2}$ Stunde ununterbrochen im Glühen zu erhalten, ich mochte dünne oder dickere Klavierſaiten anwenden. Ihn wie Chladni (Gilbert's Annal. B. 61 S. 347 und B. 75 S. 98) mehrere Tage hindurch glühend zu erhalten, war ich nicht im Stande. *Meſſingdraht* glüht gar nicht fort; mehrmals glühend gemacht wird er roth, indem das Zink verbrennt, und das Kupfer dann in ſeiner urſprünglichen Farbe erſcheint. Davy ſah das *Palladium* wie das Platin in Weingeiſt- und Aether-Dämpfen fortglühen (Gilb. Ann. B. 56 S. 249), dazu fehlte mir aber Palladiumdraht. *Pl.*

4.

Noch Einiges von Hrn Döbereiner, und aus England.

Hr. Prof. Döbereiner hat die im Julistück dieser Annalen (B. 74 S. 264 f.) von ihm bekannt gemachte Nachricht von seiner merkwürdigen Entdeckung, zu einer kleinen Schrift, unterzeichnet Jena den 13ten October 1823 erweitert *), aus der ich hier Einiges nachtrage. Schwammiger Platinstaub hatte in einer Mengung aus 95 Maaſs Wasserstoffgas und 5 M. atmosphärische Luft, nach wenig Minuten eine Verminderung bewirkt, die nach ¼ Stunde genau 3 M. betrug, also die Anwesenheit von 1 Procent Sauerstoffgas sehr richtig nachgewiesen. Er eignet sich daher zum Gebrauche in dem Wasserstoffgas-Eudiometer statt der künstlichen Electricität, wobei das Verpuffungs-Gefäſs unnöthig wird, und man keines Zusatzes von Sauerstoffgas bei Gasgemischen bedarf, die dessen so wenig enthalten, daſs electrische Entladungsschläge kein Verbrennen darin hervorbringen; wodurch dieses Eudiometer allerdings sehr vereinfacht wird. Zu diesem eudiometrischen Gebrauche formt Hr. Döbereiner aus dem durch Glühen des Platin-Salmiak erhaltenen metallischen Platinstaube, mit etwas Thon und Wasser, kleine Kugeln von 1 bis 1½ Linien Durchmesser, und giebt ihnen Festigkeit durch Glühen vor dem Löthrohr. Werden sie an einem 15 bis 20 Zoll langen Platindraht befestigt, so

*) Die neuesten und wichtigsten phys. chemischen Entdeckungen von Döbereiner. Jena 1823. 4. 19 S.

laſſen ſie ſich leicht durch das ſperrende Queckſilber in das zu zerlegende Gasgemiſch bringen, und nach vollendeter Wirkung aus der Eudiometer-Röhre wieder zurückziehn. Eine ſolche Kugel reicht hin mehrere Kubikzoll Knallgas zu verdichten, und iſt dazu immerfort dienlich, wenn man ſie nach jedem Gebrauche trocknet *).

Ein ſolches Kügelchen, das an ſeinem Platindrahte mitten in ein kleines Glas mit atmoſphäriſchem Knallgas [5 Maaſs atmoſph. Luft und 2 M. Waſſerſtoffgas] geſenkt wird, wird ſehr bald rothglühend, wobei das Knallgas *ohne* Verpuffung verbrennt; in reinem Knallgas [1 M. Sauerſtoffgas und 2 M. Waſſernoffgas] kömmt ſie aber bis zum Weiſsglühen, und in demſelben Augenblicke verpufft das Gasgemiſch mit ſtarkem Knall. Derſelbe Erfolg wird wiederholt erhalten, wenn das Kügelchen in einem luftleer gepumpten Ballon (oder in einem mit Waſſerſtoffgas gefüllten Glaſe über Queckſilber) hängt, und man Portio-

*) Die HH. Daniell und Childern in London haben das Döbereiner'ſche Eudiometer geprüft, und erklären „das Platin-„Pulver eigne ſich mit Waſſerſtoffgas zum eudiometriſchen Ge-„brauche auf eine bewundernswürdige Art, durch Einfach-„heit, Schnelligkeit und Sicherheit, da ſelbſt in bedeutend er-„höhten Temperaturen kein Ammoniak entſtehe." In einer Mengung aus 20 M. atmoſph. Luft uud 37 M. Waſſerſtoffgas, verſchluckte bei ihren Verſuchen ein mit niedergeſchlagener Thonerde bereitetes, vor dem Gebrauch geglühtes Platin-Erbschen 13 Maaſs, (zeigte alſo 4,3 M. Sauerſtoffgas an, 0,1 zu viel, wahrſcheinlich weil das Waſſerſtoffgas nicht vollkommen von atmoſph. Luft frei war). Ein zweites Erbschen bewirkte nicht die geringſte Verſchluckung im Gas-Rückſtande, und Queckſilber und Röhre gaben beim Erhitzen keine Gasentzündung. Eine geringe Menge atmoſphär. Luft, die zu kohlenſaurem Gas hinzugelaſſen war, fand ſich richtig. — Der Döbereiner'ſche Verſuch gelingt noch bei 0° Wärme, und mit ſchwarzem Iridium- und Osmium-Pulver nach dem Glühen und Erkalten ſo gut als mit Platinſchwamm, nach Hrn Garden in London. *Gilbert.*

nen reinen Knallgafes zufteigen läfst (im letztern Falle ohne Detonation). Man kann auf diefe Art eine grofse Menge Waffer aus feinen Grund-Beftandtheilen meffend erzeugen.

Lampen oder Feuerzeuge mit Wafferftoffgas bedürfen hinfüro, nach Hrn Döbereiner, auch nicht mehr eines Electrophors oder andern zündenden Werkzeuges; ftatt deffen braucht man fie nur mit einem Glastrichterchen oder Uhrglafe zu verfehn, worin einige Gran fchwammigen Platinftaubes liegen, und mit einem nach unten gebogenen 1 bis 2 Zoll davon fich endigenden Haarröhrchen, durch das der Gasftrom beim Oeffnen des Hahns auf den Platinftaub herabbläft. Diefer wird dann faft augenblicklich erft roth - dann weifs-glühend, und bleibt folches fo lange als Gas darauf ftrömt, und wenn der Strom ftark ift entflammt er ihn; ein Verfahren wie Platin mit dem kleinften Aufwande zuftrömenden Wafferftoffgafes znentglühen ift. — Auch Pulver läfst fich auf diefe Art entzünden *).

Einer blos mechanifchen Wirkfamkeit des Platins läfst fich die Erfcheinung nicht zufchreiben, da das Wafferftoffgas von dem fchwammigen metallifchen Platinftaube den es berührt nicht verfchluckt oder verdichtet, und doch in feiner Verbrennlichkeit fo aufserordentlich erhöht wird. Diefes könne, glaubte Hr. Döbereiner, *entweder* nur einer electro-

*) Nur aus Platin - Auflöfung durch Zink niedergefchlagener fchwarzer Platinftaub, der anfangs mit Gepraffel und Funkenfprühen entglühte, verliert feine Wirkfamkeit (weil, glaubt Hr. Döbereiner, er fremde Metalle enthält) nicht aber das fchwammige Platin.

motorischen Thätigkeit des Wasserstoffs mit dem Platin, (bei der dasselbe den Zink repräsentiren, also sich wie von metallischer Natur verhalten würde), *oder* krystallischer Thätigkeit zugeschrieben werden; wie denn Hr. Schweigger annehme, die ganze Erscheinung werde durch eine besondere (Krystall-) Form der kleinsten Theile des Platins bedingt. Hr. Döbereiner gesteht, er habe zwar um diese Ansichten zu prüfen viele Versuche angestellt, aber kein Resultat erhalten, das zur Bestätigung der einen oder der andern dienen könnte. Ganze oder zerstückte Boraciten, Turmaline und Diamanten, fein zertheilte Kohle, Graphit, Gold-, Silber-, Platin-Staub etc. bewirkten in Knallgas bei gewöhnlicher Temperatur keine Verdichtung. Eben so wenig erfolgte eine solche, wenn metallischer Platinstaub mit Wasserstoffgas und zugleich mit schwarzem Braunstein, oder Kohlenoxydgas, oder Kohlensäure, oder Salpetergas, oder andern Oxyden in Berührung war; oder wenn der Platinstaub mit Sauerstoffgas, das mit Ammoniakgas, Schwefel-Wasserstoffgas, öl-bildendem Gas oder Kohlen-Wasserstoffgas gemischt war, in Berührung gesetzt wurde; oder wenn er ihn in Mengungen dieser Gasarten mit einander, oder mit kohlensaurem Gas, oder Alkoholdampf etc. brachte. „Durch diese und viele andere Versuche erklärt Hr. Döbereiner sich überzeugt, dafs die Thätigkeit dieses Metalls immer nur auf Mischungen von *ungebundenem* Wasserstoffgas und Sauerstoffgas beschränkt, und wahrscheinlich von *ganz eigenthümlicher* Art, d. h. weder mechanisch, noch electrisch oder magnetisch sey."

Eine bedeutende Menge Platin, welche Hr. Döbereiner vor ein Paar Jahren von dem Groſsherzog von Weimar zu Verſuchen erhalten hatte, und Hrn Edmund Davy's zu Dublin Beobachtung, daſs ein durch Kochen von ſchwefelſaurem Platin in Alkohol und Digeriren mit Ammoniak ſich bildendes ſchwarzes Knall-Platin, wenn es mit Alkohol befeuchtet werde, *entglühe*, gaben Hrn Döbereiner die Veranlaſſung zu ſeiner ſchönen Entdeckung. Er fand bald, daſs mit dieſem Knall-Platin in Berührung gebracht, Alkoholdampf und Sauerſtoffgas ſich zu gleichen Raumtheilen durchdringen und in Eſſigſäure und Waſſer verwandeln (Annal. 1802 St. 10 S. 193); daſs in Berührung mit demſelben Kohlenoxydgas und Sauerſtoffgas ſich unter *Entzündung* zu kohlenſaurem Gas vereinigen; und daſs 100 Gran dieſes Knall-Platins 15 bis 20 Zoll Waſſerſtoffgas und dann auch Sauerſtoffgas einſchlürfen, (welches zuvor nicht geſchieht), und daſs es in Knallgas *entglühe*, dieſes detoniren mache und ſich dabei reducire ohne dieſe letzte Eigenſchaft einzubüſsen. Seinen Verſuch mit dem Platinſchwamm ſtellte er zum erſten Male am 27 Juli 1823 an, und machte ihn im Juli-Stück dieſer Annalen B. 74 St. 3 S. 269 bekannt.

Gilbert.

VI.

Beobachtungen des ausgezeichnet tiefen Barometerstandes am 23 Januar 1824.

1. Von Hrn Klöden, Dir. d. k. Schullehrer-Sem. zu Potsdam *)
In einem Schreiben an Gilbert.

Die Mühe und Ausdauer, mit der Sie sich vor einem Jahre, und auch schon früher dem schwierigen, aber gewiss auch höchst verdienstlichen Geschäfte unterzogen, die Beobachtungen der ausgezeichnet niedrigen Barometerstände der beiden letzten Jahre für Ihre vortrefflichen Annalen zu sammeln, und so diese für den künftigen Bearbeiter der sehr merkwürdigen Erscheinung, die sich öftrer wiederholen zu wollen scheint, zu einer wahren Fundgrube alles darüber vorhandenen Wissenswerthen zu machen **), läfst mich hoffen, dafs Sie meine Beobachtungen des vorgestrigen ausgezeichnet niedrigen Barometerstandes einer Stelle in Ihrer Zeitschrift nicht unwerth finden werden, der ich sie wenigstens durch Genauigkeit würdig zu machen gesucht habe.

Ich beobachte, wie Sie wissen, mit zwei Gefäfs-Barometern, begnüge mich aber Ihnen die Beobach-

*) Und vor Kurzem ernannt znm Director einer in Berlin zu errichtenden Gewerbschule. *G.*

**) Dieses war allerdings meine Absicht, und die Fortsetzung und die Vollendung beider Sammlungen soll nicht ausbleiben. *G.*

tung an dem Einen zu überſenden, welches die Temperatur des Queckſilbers im Gefäſse unmittelbar an einem Reaumur'ſchen Thermometer, deſſen Kugel in daſſelbe eingeſenkt iſt, zeigt. Die Röhre hält im Durchmeſſer 0,20 und das Gefäſs 1,20 Zoll pariſ. Decimal - Maaſs. Ein elfenbeinerner Schwimmer giebt den Nullpunkt der Barometerſcale an, und hat ſeinen Normalſtand bei 28,230″. Da nun die Grundfläche des Gefäſses 36 mal ſo viel Flächeninhalt hat, als die der Röhre, ſo iſt die Correction wegen der Veränderung des Niveaus, wenn B der Barometerſtand iſt $= \frac{B - 28{,}230''}{.36}$, welche Gröſse naturlich negativ iſt, wenn B kleiner als 28,230″ iſt. — Das Gefäſs hängt 27 par. Fuſs über dem mittleren Spiegel der Havel, und aus zwei-jährigen Beobachtungen habe ich, durch Zuſammenſtellung der gröſsten und kleinſten beobachteten Barometerhöhen jedes Monats, die *mittlere Barometerhöhe* bei 10° Reaum. ermittelt = 28,0606″. Wenn gleich dieſe Höhe zu groſs ſcheint, ſo hat ſie wenigſtens das Verdienſt, wirklich gefunden zu ſeyn. Der Zeitraum iſt wohl zu kurz, um ein ganz ſicheres Mittel zu erhalten. Nimmt man die von Hrn v. Buch aus den von Beguelin'ſchen Beobachtungen (Gilbert's Annal. der Phyſ. B. 67, Jahrg. 1821, St. 3 S. 295) gefundene Barometerhöhe von Berlin = 27″ 11,137‴ als ſicher an, ſo folgt daraus, bei dem durch Nivellement gefundenen Gefälle der Spree und Havel, für die mittlere Höhe meines Barometerſtandes 27,9387″ bei 0° Reaum.

Dieſe Angaben werden hoffentlich hinreichen, um die nachſtehenden Beobachtungen brauchbar zu

machen. Ich gebe ſie ſämmtlich uncorrigirt, wie ſie beobachtet ſind. Da meine Barometer Decimaltheile des Zolles angeben, ſo habe ich in einer beſondern Spalte die Beobachtungen auf zwölf-theiliges Maaſs (dem gewöhnlicheren) reducirt, beigefügt.

Zeit der Beob. Jan. Uhr	Barometerſtand nach Dec.Mſs par.Zoll	nach Duodec.M.	Temp. des Queck-ſilbers	Freies Thermometer	Sauſſ. Hygromet.	Wetter *)
22 Mg 10	27,776	27″ 9,31‴	5° R.	+0,6°R	71°	völlig trübe
NM 5	616	7,39	4,2	−0,3	70	NM hell, Ab. wolk
23 Mg 9	172	2,06	3,75	−0,5	69	dünn bewölkt **)
10	142	1,70	3,75	0	67	ſtark bewölkt
11	122	1,36	4	+0,5	65	völlig trübe
12	082	0,98	4	+0,2	72	} feiner Froſt-
NM 1	058	0,69	4	0	75	} ſchnee fällt
2	038	0,45	4	0	75	hat aufgehört
3	036	0,43	4	0	77	es ſchneit ſtark
4½	27,022	27 0,26	4	0	80	es ſchneit wenig
5¼	030	0,33	4	+0,2	82	trübe, ohne Schn.
11	082	0,98	4	+1	83	tr, Sterne bl. durch
24 Mg 10	414	4,96	4	+2,2	85	trübe
NM 5	27,706	27 8,47	4	+1,5	89	trübe, Regen
25 Mg 10	28,044	28 0,52	4	+2,3	80	desgl.

*) Richtung und Stärke des *Windes* waren am 22ſten W. 1; am 23ſten SOS. 1; am 24ſten W. 1, bei allen angeführten Beobachtungen, und auch noch am 25ſten Morgens W. 1.

**) Nachts war das Thermometer bis −3° R. geſunken.

Da mein Barometer hier in Potsdam nur etwa 9 Fuſs niedriger hängt, als das oben erwähnte von Beguelinſche in Berlin hing, ſo läſst ſich die geringſte Höhe allenfalls mit den Angaben vergleichen, welche Hr. Gronau in ſeinem Aufſatze „Ueber die Witterung während des achtzehnten Jahrhunderts in Berlin" mitgetheilt hat *), und dann hätte während dieſes gan-

*) Im Magazin der Geſellſchaft naturforſchender Freunde zu Berlin, 1ſten Jahrg. (1807) 2tes Quartal S. 127 u. f.

zen Jahrhunderts das Barometer nur in den Jahr 1779, 1782 und 1785 tiefer gestanden als in gegenw tigem Falle *). Am 2ten Februar 1823 war der ringste Barometerstand hier 27",120 Dec. M. oder 2 1,44''' Duodec. M. bei 8° R. Wärme.

Merkwürdig ist noch die große Differenz der rometerhöhe innerhalb des kleinen Zeitraums eini Wochen. Während mein Barometer im ganzen v gangnen Jahre nur auf 28,514" (Temp. des Queckl. 2° R.) gestiegen war (am 11ten Nov.), stand es am 5 Januar 1824 um 4 Uhr Abends auf 28,656" (Temp. Queckl. = 5° R.). Dieses giebt vom 5ten bis 23 Januar einen Unterschied von 1,614", demnach so als ob Potsdam in Zeit von 2½ Woche seine Lage dem Meere um etwa 1511 Fuß geändert hätte.

2. Beobachtungen von Hrn. Theod. Schmiedel in Leip

Folgende reducirte Barometerstände sind aus d Beobachtungs-Register dieses mit guten Instrumen versehenen sorgfältigen Beobachters entlehnt, wie an den gewöhnlichen Beobachtungs-Stunden an nem Heberbarometer gemacht wurden.

Höchster Stand am 5ten Januar 1824 um 8 U Morgens 28" 4,766''' bei 10° R.

*) Ich weiß es aber nicht zu vereinigen, wie S. 132 g wird, daß der niedrigste beobachtete Barometerstand in B am 25sten Januar 1794 mit 26" 6''' 0'''' eingetreten während die Tabelle S. 131 den geringsten Stand des J 27" 0''' 4'''' angiebt. Seltsam ist es, daß in dem ganzen A satze die Barometerstände mit den Zeichen von Graden, Min und Secunden, oder Ruthen, Fußen und Zollen aufgeführt

Zeit Jan.	Uhr	Barometer bei + 10° R.	Therm. im Freien	Fisch. Hygrom	Wind *)	Wetter
22	M 8	27″ 6,827‴	+1,4	46,8°	S	ſchön
	N 1	5,357	2,7	34,4	S	ſchön
	A 10	2,950	0,6	46,5	SO	trübe, Ncht-Schnee
23	M 8	26 11,011	0,3	47,5	SO	trübe, Schnee
	N 1	9,354	1,4	60,3	S	tr., geg. Abd Regen
	A 10	9,718	2,5	57,4	SW	tr., Thauwetter
24	M 8	27 0,963	2,8	57,8	SW	vermiſcht
	N 1	3,542	4,2	54,5	wsw	ebenſo
	A 10	8,429	2,6	52,8	W	trübe
25	M 8	10,604	3,0	51,7	S	heiter
	N 1	9,977	4,3	52,0	SW	heiter
	A 10	28 0,281	4,9	54,2	ssw	trübe
26	M 8	0,835	5,8	52,4	ssw	trübe

*) Am 22ſten und am 23ſten Vormittags *ſtürmiſch;* am 24ſten *ſtarker Wind;* am 25ſten und 26ſten *ſtürmiſch.*

Zwei vorzügliche von Hrn Oberbergrath Schaffrinsky in Berlin, nach Prof. Tralles Vorſchlägen verfertigte Barometer, welche in meinen Zimmern hängen, zu deren regelmäſsiger Beobachtung mir aber die Zeit gebricht, (auch wäre es für tägliche Beobachtungen zu beſchwerlich eine unten ſchwarz gefärbte Ebne an dem undurchſichtigen Vernierſtück mit dem Queckſilber in ſcheinbare Berührung zu bringen), ſtanden am 23ſten Januar um 2 Uhr Nachmittags nach unſerer gemeinſchaftlichen Beſtimmung: das *Gefäſsbarometer* mit Prince'ſcher Ebne, Skale und Spitze zur Beſtimmung des Niveau des frei heraustretenden Queckſilbers, auf 26″ 8,75‴ und das *Heberbarometer* auf 26″ 8,86‴, beide bei 6½° R. Queckſ. Wärme; welches auf 10° R. reducirt für erſteres 26″ 9‴, für letzteres 26″ 9,1‴ giebt. Da das Barometer in Potsdam von 1 bis 2 Uhr um 0,20‴ fiel, ſo ſtimmen dieſe Beobachtungen recht gut zu den vorhergehenden. Um 6 Uhr Abends war das Queckſilber im kurzen Schenkel des Heberbarometers um 0,18‴ gefallen, war alſo der reducirte Barometerſtand 26″ 9,47‴, doch iſt dieſe Beobachtung minder zuverläſſig. Das Barometer iſt alſo in Leipzig um mehr als 3 Linien tiefer als in Potsdam geſunken *).

*) Nach Hrn Schmiedel's Vergleichungen ſteht ſein Barometer um 0,8‴ höher als das auf der Sternwarte zu Halle, dem Höhen-Unterſchiede entſprechend. Nach der Monatstabelle war zu Halle der höchſte Stand 5t. Jan. 8 u. 12 Uhr 28″ 5,37‴; der niedrigſte 23ſt. Jan. 1 Uhr 26″ 9,724‴ und 2 Uhr 9,797‴ bei 10° R.

VI. *Nachtrag zu S. 29.*

1. (London d. 20 Jan. 1824.) Zu Portsmouth werden die Schiffe *Fury* und *Griper* zu einer *neuen Entdeckungs-Expedition* für künftiges Frühjahr ausgerüſtet, um nochmals die Auffindung einer Durchfahrt nach dem weſtlichen Polar-Meere zu verſuchen. Die Kapitäne Parry, Lyon und Franklin werden ſie anführen, und ſich in dem Unternehmen ſolgendermaſsen theilen. Kapitän Parry ſoll mit der Fury verſuchen durch des Prinz-Regents-Einfahrt, die er auf ſeiner zweiten Reiſe in der Barrows-Straſse entdeckte, nach der Nordküſte des feſten Landes vorzudringen; Kapitän Lyon wird mit dem Griper durch die Hudſons-Bai nach der Repulſe-Bai gehn, dort ſein Schiff unter Befehl des Lieutenants Bixon laſſen und über Land den Kupferminen - Fluſs (wahrſcheinlich dem Meeresufer folgend) zu erreichen trachten; Kapitän Franklin endlich ſoll gleichfalls zu Lande den *Makenzie*-Fluſs bis an ſeine Mündung verfolgen, und dann verſuchen bis nach dem Eiskap vorzudringen.

2. Kapit. Duncan, der den Londner Grönlandsfahrer *Dundee* führte, hat Scoresby's Entdeckungen an der Oſtküſte Grönlands im vorigen Jahre nicht blos aus eigner Anſicht beſtätigt, ſondern auch weiter nach Süden bis 67° Br. und 25° L. fortgeſetzt, wie Hr. Edmonſton, aus Balta Sund auf Schetland, in Hrn Phillips Zeitſchr. Nov. meldet. Er näherte ſich der Küſte (ſeinem Gales Land) ſüdlich von Scoresby's Kap Barclay bis auf 5 engl. Seemeil.; ſie war faſt ohne feſtes Eis und Treibeis, hatte Treibholz und einige feſte Eisberge, und glich völlig dem Lande ſüdlich von Scoresby's Sund. Die Gebirgsketten liefen auch hier NW-lich, hatten aber weniger Hörner, und waren nur an der Nordſeite mit Schnee bedeckt, an der Südſeite grün. Das Land ſchien ihm nicht unzugänglich und das Klima nicht unwirthbar zu ſeyn. Die Strömung ging ſüdweſtlich und betrug $1\frac{1}{2}$ engl. Seemeilen in 1 Stunde.

Verbeſſerung. S. 39 Z. 12 v. u. ſetze man *umgeben* ſtatt *umlagert*; — S. 41 Z. 8 v. u. *Kagelsberg* ſtatt *Kogelsberg*; — S. 61 Z. 8, *und ſo finden wir in den Markea* ſtatt *ein die Marken*; — S. 68 Z. 5 v. u. ſtreiche man weg *des Bettes*, und ſetze Z. 4 v. u. „von der Elbe *aus hierher* (ſtatt *her hier*) ergoſſen hat."

U HALLE,

…OR DR. WINCKLER.

Tag	8 Mo… p. L.	Winde: Tags	Winde: Nachts	Witterung: Tags	Witterung: Nachts	Uebersicht. Zahl der Tage.
1	332,	SW.ssw 3.4	ssw 2	tr. Rg. strm.	tr. Rg.	heiter 1
2	28	SW 4	SW 4	desgl.	desgl. strm.	schön 5
3	31	N 3.4	NO 3	ebenso	desgl. wdg	verm. 8
4	39	nnw 2.3	nnw 1	tr. wdg	tr.	trüb 7
5	41	SW 1	SW 1	vr Abrth	ht.	Nebl 6
6	39	sw 2.1	S 1	ht. Mg. Abrth	ht.	Duft 1
7	37	S. nnw 1.2	nnw 2	sch. Mgrth	tr. Schnee	Regen 12
8	38	nw 1	nnw 1	tr. Nbl	tr.	Graup. 1
9	39	SW 1	SW 1	vr. Abrth	ht.	Schnee 4
10	38	SW 1	SW 1	vr. Mg. Abrth	tr. Nbl	windig 8
11	36	SW.W 2	W 2	sch. Nbl Mgrth	tr. Schnee	stürm. 9
12	39	NW.SW 1.3	wsw 2	tr. Nbl Schn. wdg	vr.	
13	39	wsw 3	wsw 3	tr. Dft wdg Rg.	tr. wdg	**Nächte**
14	37	wnw 3.4	wnw 1	tr. Schn. strm.	tr.	heiter 3
15	37	W. wnw 2	NW 4	vr. Abrth	sch. tr. u. Schn	schön 3
16	38	NW. nnw 2	W 1	vr. einz. Schnfl. Abr.	sch.	verm. 4
17	39	wnw 2.4	wsw 3	vr Mg Grpln Schn. st	tr. wdg	trüb 21
18	37	W. wsw 2.4	wsw 4	tr. Rg. strm.	tr. Rg. strm.	Nebl 1
19	35	wsw 3	wsw 2	tr. Rg. wdg	tr.	Duft –
20	33	sw. NW 1.2	NW 2	vr. Sprühreg.	tr. Sprühreg.	Regen 6
21	35	W. ssw 1.2	ssw 2	tr. Nbl	tr.	Schnee 3
22	31	.SW 2.4	SW 3	sch. Mgrth wdg	vr. wdg.	windig 5
23	23	o.SW 3	SW 1	tr. Rg. wdg	vr.	stürm. 2
24	25	sw 2.4	wsw 2	tr. strm.	tr.	
25	35	w. SW 3.4	SW 2	tr. Nbl Rg. strm.	tr.	Mgrth 7
26	37	W 3	SW 3	tr. wdg	tr. wdg	Abrth 5
27	36	W 2.4	S 2	sch. Mgrth strm.	vr.	
28	31	W. wsw 3	S 1	sch. wng Rg Abr. wd	sch.	Comet 1
29	28	sw 1	wnw 2	tr. Mgrth Rg.	tr. Rg.	
30	33	nw. NW 2	NW 2	tr. wng Rg.	tr.	
31	36	nw 2	wnw 2	vr.	tr.	
Med	335.	west –	liche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Zeit	…er
	…03
	…83
8	m + …30
12	m …55
2	m – …
6	m – …0
10	m + …85
	…55

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Januar:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	335''',266	+ 1°,91	215 Fls, 222
dav. sind 5 bei nördl. Wd	m + 2, 410	m – 1, 57	m – 177,069
– bei östlich. –			
13 bei südl. –	m – 0, 640	m + 0, 48	m + 49,130
13 bei westl. –	m – 0, 289	m + 0, 12	m + 22,590

Erklär… Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. win-di… …genroth, Ab. Abendroth.

, mehr und minder Reg. Am 19. gleiche Decke; Nchts v
ittgs in einz. Schauern und von Mittags bis 8 Abds scharf, l
oben heiter, rings ein Damm, von Mittgs ab gleiche st
ebl und Nchmittgs bis Nachts, fein Sprühreg. Am 21. glei
d Nebl. Am 22. früh NW am Horiz. offen, sonst wolk. De
a NW schmaler Damm; Nchmittgs meist, Abds ganz bede
Zenith etws offen. Am 23. bis Spät-Abds gleiche Decke, d
gs meist, Sterne; Nachts, früh 8 bis 12 und von ½1 bis :
wenig Reg. Um 2 U. 39' heute Morg., zeigte der Mond

Den 24 u. 25. bis Mittgs des 25. gleiche Decke, dann is
letzten Tags Vormittags etwas Reg. und Abds selten ein St
Decke gestattet Vormittgs der Sonne einige Blicke und ist N
Zenith etwas gebrochen. Am 27. Morg. dünne Cirr. Str.
n überall, Mittgs oben heiter, unten rings Gruppen kl. C
gleiche Decke, später viel Cirr. Str. Am 28. früh gle
heiter und in N und SO hoch herauf Cirr. Str., Abds nu
ellen, sonst bed. und Spät-Abds wie Mittgs. Am 29. M
ten rings und hoch Cirr. Str., Vormittgs bildet sich gleiche D
von Abds 5 ab Reg. Am 30. meist gleich bed., nach 11
eute der Mond in seiner Erdferne. Am 31. früh, bis auf
Mittgs ist wolk. Decke in N u. NW licht, dann oben etws gel
später wie früh. Um 4 U. 40' Morg. hat der Neumond St

Monats: wenig Kälte, meist trüb, im Ganzen nass bei w
en Winden. Ungemein tiefer Stand des Barometers und gr
ben.

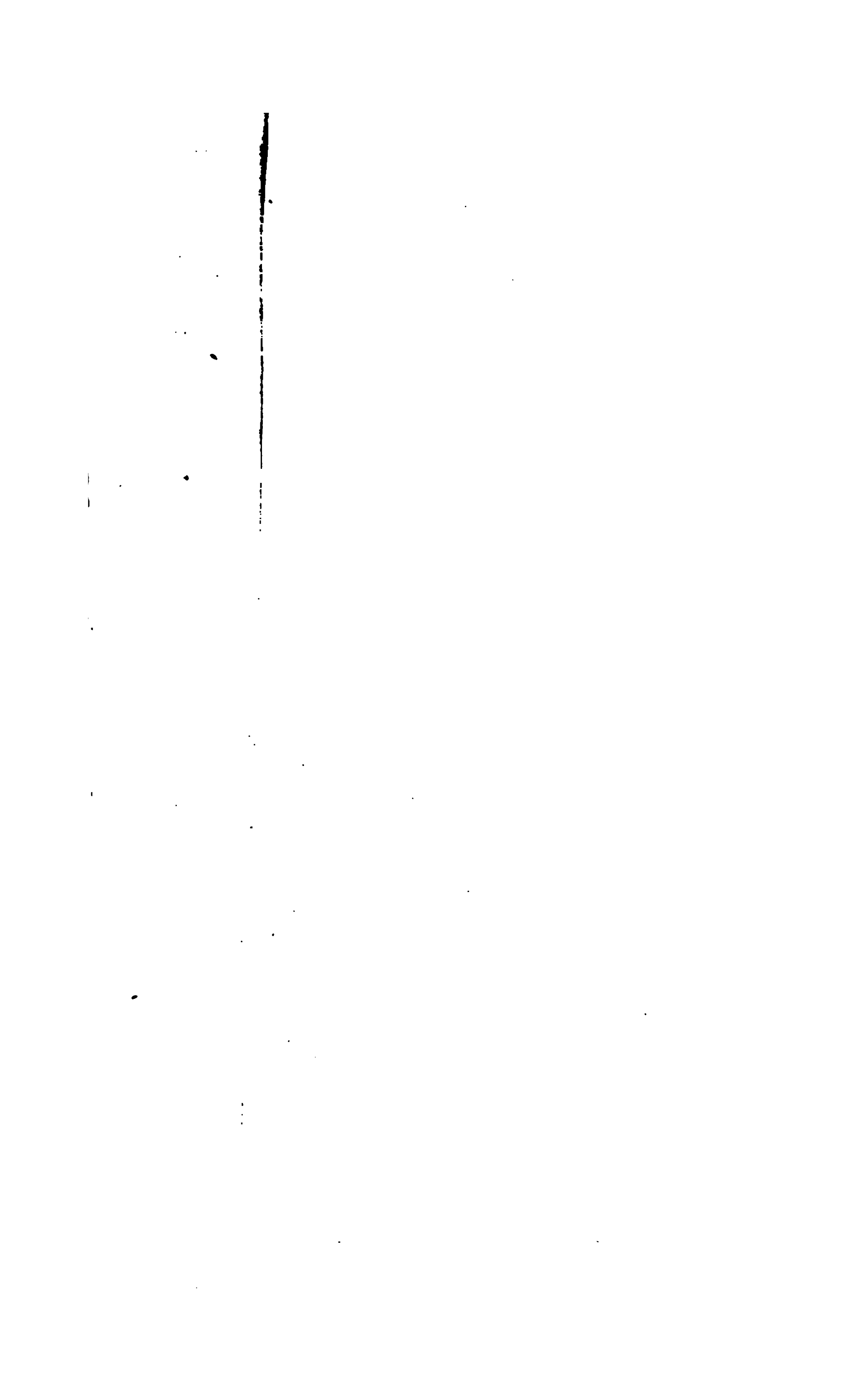
Gang der Instrumente am 23 Januar.

eter °R.	Therm. frei	Hygr. bei+10°R.	Wind		Wetter
936	+ 0,°1	68,°06	sso	3	trüb, seit früh scharf Schnee
724	0, 8	68, 60	S	3	trüb, der Schnee bis ½ 1
797	1, 3	75, 85	SW	3	trüb wenig Reg.
861	1, 3	76, 75	SW	3	trüb desgl.



LUENEBURG

tem Sandstein Kreide



ANNALEN DER PHYSIK.

[JAH]RGANG 1824, ZWEITES STÜCK.

I.

Oekonomisch-physikalische Vergleichung [ver]schiedenen gebräuchlichen Beleuchtungs-Arten,

durch Steinkohlen-Gas, Oel-Gas, Argand'sche Oellampen, Talglichte, Wallrathlichter und Wachskerzen;

eingesandt von

[...] Preuss, Ingen. d. Fabrik-Bauwesens in London,
[ehemal]s kais. französ. Forstmeister, Mitgl. mehrerer deutschen und auswärtigen gelehrten Gesellschaften.

[E]inige Stellen aus dem zu London am 11ten October [...] geschriebenen Briefe, der diesen belehrenden Aufsatz [...]ete, mögen als Einleitung zu demselben hier voran [...] . . . „Als ich noch in Deutschland als Forstmann [...]," schreibt mir Hr. Ingen. Preuss, „war die Benut[zung de]s Holzes für mich vom größten Interesse. Ich fing [...]ch dem Beispiele des Ingenieurs Lebon in Paris, [...]u destilliren [im verschlossenen Raume zu verkohlen], [ka]m dann zufällig auf die Idee, den Prozess mit einigen [...]ten zu versuchen; sie gaben mir noch ein schöneres [...]s das vom Holze. Nach dem Verlust meiner Forst-

ſtelle bei Napoleon's Falle, reiſte ich nach London, wohnte dort der Erbauung der erſten groſsen Gaswerke zur Erleuchtung mit Steinkohlengas bei, und kehrte dann nach Paris zurück, wo ich ein Patent für die Gasbeleuchtung erhielt, und einer der erſten war, der das Gaslicht aus Steinkohlen in Frankreich einführte. Im Auftrage der Pairs-Kammer erbaute ich nämlich im J. 1816 einen Gasbeleuchtungs-Apparat zur Probe im Pallaſte Luxemburg zu Paris, und ſpäterhin in Frankreich noch mehrere andere Steinkohlen-Gasapparate von verſchiedener Gröſse. Daſs ich mich in der Folge von dem entſchiedenen Vorzuge des Oelgas vor dem Steinkohlengaſe zur Beleuchtung, in allen Ländern, wo Steinkohlen nicht ſo gut als faſt umſonſt zu haben ſind, zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe, werden Sie aus meinem beiliegenden Aufſatze erſehn. — Herr Hofrath Tabor, der bei Frankfurt am Main lebt, hatte mich im Anfange des vorigen Jahres um einige Notizen über das Oelgaslicht gebeten für ſein Werk über die Gas-Beleuchtung, welches er damals im Begriffe ſtand herauszugeben, und ich hatte ihm Nachrichten von der Art, wie er ſie ſich wünſchte zugeſagt. Leider wurde ich aber von einer Zeit zur andern an der Erfüllung meines Verſprechens verhindert. Es würde mich ſehr freuen, wenn Sie mir jetzt behülflich ſeyn wollten, durch Ihre geſchätzte Zeitſchrift dieſe Lücke in meines Freundes Werk zu ergänzen . . ."

Das Buch, von welchem hier die Rede iſt, des vormaligen kurmainziſchen Hof- und Reg.Raths Hrn Tabor's zu Aſchaffenburg „Vollſtändiges Handbuch der „Gasbeleuchtungs-Kunſt nach den neueſten Erfindungen „bearbeitet, 2 Bde, mit 13 Steindr.Tafeln, Frankf. 1822", iſt ein Werk, welches alle Empfehlung verdient. Der Verfaſſer iſt gründlich theoretiſch unterrichtet, hat ſelbſt

Verſuche mit Gasbeleuchtung gemacht, und hat alles, was vor 1822 über Gasbeleuchtung bekannt war, gewiſſenhaft benutzt, und bündig und klar dargeſtellt. Als ſein Werk, (erzählt er Th. 2 S. 553) ſchon bis auf den vorletzten Bogen abgedruckt war, erhielt er einen gemeinſchaftlichen Beſuch von Hrn Ingen. Preuſs von Paris und Hrn Taylor Erfinder der Oelgas-Beleuchtung aus London; aus dem Munde des letztern trägt er bis S. 559 mehreres über die Oelgas-Apparate nach, und hier würden ſich auch die Belehrungen anſchlieſsen, welche Hr. Preuſs in gegenwärtigem Aufſatze mittheilt. Sie ſtellen die authentiſchen Reſultate dar, der in England bis auf die neueſte Zeit im Groſsen eingeſammelten Erfahrungen zur Beurtheilung der Vortheile der verſchiedenen Arten von Beleuchtung, in dem nöthigen Detail kurz und deutlich, ſchlagen einige abſichtsvolle und irre führende, in England in das Publikum mit dem Scheine wiſſenſchaftlicher Gründlichkeit gebrachte Verſuche nieder, und gewinnen auch noch dadurch an Intereſſe, daſs die ſo eben erſchienene Theorie der Beleuchtung des Hrn Clement in Paris, die ich dieſem Aufſatze nachfolgen laſſe, die Nachrichten, Urtheilen und Anſichten des Hrn Ingen. Preuſs faſt durchaus beſtätigen.

Noch verdient hier die von Hrn Clement der Philomatiſchen Geſellſchaft in Paris vor Kurzem mitgetheilte Notiz Erwähnung, daſs Hr. Dalton zu Mancheſter eine neue Art von Kohlen-Waſſerſtoffgas aufgefunden hat, welche die doppelte Menge Kohlenſtoff als im Oel-bildenden Gas vorhanden iſt enthält, und die er *über-ölbildendes Gas* genannt hat; in gut bereitetem Oelgas iſt ſie in bedeutender Menge vorhanden.

Gilbert.

Wenn auch London nicht mit dem heiterſten Tageslichte begünſtigt iſt, ſo wird man dafür bei Abend und bei Nachtzeit dort gewiſſermaſsen ſchadlos gehalten durch die ſchönſte künſtliche Beleuchtung, deren irgend eine Stadt in der Welt ſich bis jetzt erfreuet. Beim erſten Anblicke ſcheint es ſeltſam, daſs die prächtige Gas-Beleuchtung im Groſsen, ſo wenig Fortſchritte auf dem Continente gemacht hat, indeſs wir ſie in wenig Jahren ſich über alle engliſche Staaten verbreiten ſahen. Es iſt indeſs leicht ſich zu überzeugen, daſs dieſes hauptſächlich in zwei örtlichen Urſachen ſeinen Grund hat: in Englands Reichthum an Steinkohlen, und in dem allgemein verbreiteten Baue ergiebiger Oelpflanzen auf dem Continente.

England hat in ſeinen unverſiegbaren Steinkohlen-Bergwerken eine der Haupt-Quellen ſeines Reichthums, und die Benutzung derſelben knüpſt ſich ſo innig an das Intereſſe der ganzen Nation, daſs eine jede neue Entdeckung, welche eine noch ausgedehntere Anwendung der Steinkohlen herbei führt, ſich allgemeinen Beifall zu verſprechen hat; ganz beſonders wenn eine ſolche Entdeckung dazu beitragen kann, England von ſeinen Nachbarn unabhängiger zu machen. Ehemals muſste dieſes Land jährlich groſse Mengen auswärtiger vegetabiliſcher Oele kaufen; dieſes war Grund genug, daſs, ſelbſt wenn die fremden Oele ein beſſeres und wohlfeileres Licht gegeben hätten als das neue inländiſche Surrogat zu verſprechen ſchien, in England doch letzteres den Vorzug erlangt haben würde.

Faſt auf dem ganzen Continente, und beſonders in Frankreich, finden durchaus verſchiedene Umſtän-

de ſtatt. Beinahe in allen Provinzen werden Oelſamen reichlich und mit Vortheil gebauet; dagegen ſind Steinkohlen-Bergwerke in den mehrſten Theilen Frankreichs Seltenheiten, und ſelbſt von den Provinzen welche Steinkohlenlager enthalten liefern nur einige wenige zur Gasbeleuchtung taugliche Kohlen-Arten. So wenig Gaslicht auch noch in Frankreich gebraucht wird, ſo zieht man doch ſchon jetzt dort den gröſseren Theil der für das Fabrikweſen unentbehrlichen Steinkohlen aus Flandern, und es wäre zu fürchten, daſs hier, wie in manchen Gegenden Deutſchlands, wenn man Gaslicht aus Steinkohlen im Groſsen einführte, der Preis deſſelben plötzlich bedeutend erhöhet werden könnte, wenn der benachbarte Staat, der die Steinkohlen liefert, es für gut finden ſollte einen hohen Ausgangs-Zoll auf ſie zu legen.

Ich habe vor einiger Zeit eine Reihe ſehr genauer Verſuche und Berechnungen angeſtellt, um die folgenden wichtigen Punkte zu erörtern: *erſtens*, welches iſt die wohlfeilſte Beleuchtungsart? *zweitens*, welche iſt mit der Geſundheit am verträglichſten? *drittens*, welche iſt die ſchönſte? und *viertens*, welche iſt die paſſendſte Art für die örtlichen Umſtände Deutſchlands und Frankreichs? Es hat mir ein beſonderes Vergnügen gewährt zu finden, daſs alle dieſe Vortheile ſich in einer und derſelben Beleuchtungs-Art zugleich vereinigt finden. Ueber Lampen- und Kerzen-Licht beſitzen wir ſchon manche ſchätzbare Beobachtungen; ich werde daher meine Verſuche mit dieſen nur ſummariſch hier anführen, und mich um ſo weitläufiger über die in Deutſchland und Frankreich in ökonomi-

ſcher Hinſicht weniger bekannte Beleuchtungsart durch Steinkohlengas und Oelgas auslaſſen.

Es iſt eine allgemein anerkannte Erfahrung, daſs phyſikaliſch-chemiſche Operationen, auf Fabrikweſen angewandt, im Kleinen Reſultate geben, welche nicht in geradem Verhältniſſe ſtehen mit denen, die man im Groſsen erhält, vorzüglich nicht in ökonomiſcher Hinſicht; und bei der Gas-Beleuchtung iſt dieſes ganz beſonders der Fall. Man hat es in England ſich ſehr angelegen ſeyn laſſen, die vortheilhafteſte Bereitungsart des Gas zum Beleuchten auszumitteln; ſehr mannigfaltig ſind die Verſuche, die man im Groſsen angeſtellt, und ungeheuer die Opfer, die man dabei gebracht hat; Millionen ſind ausgegeben worden, wenn auch nicht auf eine unnütze, doch auf eine nicht productive Weiſe, indem ſie blos zu der Entſcheidung führten, daſs dieſer oder jener, der Theorie nach vortheilhaft ſcheinende Plan, in der Praxis nicht anwendbar ſey.

1. Steinkohlen - Gas.

Um den Preis auszumitteln, für welchen man *Steinkohlen-Gas* zum Beleuchten im Groſsen fabriziren kann, und mit Sicherheit über die Intereſſen, welche man ſich von Unternehmungen dieſer Art verſprechen darf, Auskunft zu geben, habe ich meine Data von groſsen, zweckmäſsig eingerichteten Anlagen zur Beleuchtung mit Steinkohlengas genommen. Und zwar von ſolchen, die nicht etwa durch unvortheilhafte Verſuche ihren Capitalfond vergröſsert und eben dadurch ihre Procente verringert hatten, ſondern wel-

ie die durch Andre erkauften Erfahrungen unent-
eltlich benutzt haben, ſo wie ich es ſelbſt thun wür-
e wenn ich gegenwärtig einen neuen Apparat zu
uen hätte. Hier theile ich die ſummariſchen Re-
ltate von *vier* ſolchen Documenten mit, deren drei
thentiſch gedruckt und publizirt ſind, und von de-
n das vierte mir von einem der Geſchäfts-Verwalter
eranten) der Gasbeleuchtungs-Anſtalt in Oxford
itgetheilt worden iſt, deſſen Angaben vollkommenes
trauen verdienen.

I. Auszug aus der von dem Verwaltungs-Aus-
ſchuſſe, den Actien-Inhabern der Steinkohlen-Gas-
nd Koak-Compagnie zu *Glasgow* (in Schottland)
rgelegten Rechnung über eine 9-monatliche Ver-
altung vom 1ſten September 1818 an, wo die Anſtalt
erſt anfing zu beleuchten, bis zum 1ſten Juni 1819.

	Pf.St.	S.	D.
nkauf von 5731 Quadr.Yards (à 9 Q.Schuh) Land für	1503	13	10
eichte Gebäude, und Apparate von 50 Retorten und 4 Gas-Behältern, jeden von 25000 Cubikfuſs Capacität, ſammt Neben-Unkoſten	26743	15	0
engl. Meilen *) Hauptröhren und 800 Yards Nebenröhren fertig gelegt für	22019	9	9
Kapital-Anlage	50266	9	7

*) Jede von 1760 Yards, den Yard zu 3 engl. Fuſsen gerechnet.

Laufende Ausgaben:	Pf.St.	S.	D.
2194¼ Tonnen *) Steinkohlen, zu 16 Sh. 8 D. die Tonne,	1828	10	11
Gas-Reinigungs-Koften	131	5	9
Ausbefferungs- und Unterhaltungs-Koften	40	12	0
Arbeitslohn	900	0	0
Verwaltungs-Koften	65	18	5
Diverfe Ausgaben (Lutum für die Retorten)	7	13	0
Summe der Ausgaben	2974	0	1
Einnahme:			
Verkauftes Gas	4828	13	8
Verkaufte Koak (oder geläuterte Kohlen)	83	10	0
Neben-Einnahme (als Intereffe aufgeführt)	68	3	7
Summe der Einnahme	4980	7	3
Bleibt reiner Ertrag	2006	7	2

(Das ift 4 Procent vom Capital.)

II. Auszug aus der über diefelbe Anftalt abgelegten Jahrs-Rechnung vom 1ften Juni 1819 bis zum 1ften Juni 1820.

	Pf.St.	S.	D.
3880⅔ Tonnen Steinkohlen, zu 16 Sh. 8 Den.	3233	18	0
Gas-Reinigungs-Koften	376	19	2
Unterhaltungs- und Ausbefferungs-Koften	535	14	1
Arbeitslohn	1553	12	9
Verwaltungs-Koften	749	3	7
Diverfe Ausgaben als Taxen, Intereffen, Lutum etc.	496	9	6
Summe der Ausgabe	6945	17	1

*) Die Tonne Steinkohlen zu 2240 engl. Pfund gerechnet.

Einnahme :	Pf.St.	S.	D.
Verkauftes Gas	10244	12	3
Verkaufte Koak	298	18	6
Theer nnd ammoniakalifche Flüffigkeit für	51	0	0
Ausgebrannte Retorten verkauft für	14	7	6
Empfangene Hausmiethe von Kirkftreet	130	14	2
Summe der Einnahme	10739	12	5
Ueberfchufs	3793	15	4
(Macht 7½ Procent.)			

Der Verwaltungs-Ausfchufs merkt an, dafs Ausbefferungs- und Unterhaltungs-Koften bis dahin fehr gering gewefen find, weil die Apparate neu waren, dafs man aber für fie viel gröfserer Ausgaben gewärtig feyn müffe, indem man aus Erfahrung wiffe, dafs diefe Koften in andern Anftalten fich im Durchfchnitte jährlich bei den Röhren auf 2½ pr. Cent vom koftenden Ankaufspreife fammt Legelohn, und bei den Gafometern und übrigen Apparaten auf 10 pr. Cent jährlich vom koftenden Preife belaufen. Die Compagnie war felbft, zu Folge eines Parlaments-Befchluffes, gehalten, von dem zuerft eingenommenen reinem Ertrage eine Summe von 2000 bis 3000 Pf. Sterl. zurückzulegen, um auf diefe fucceffive Degradation vorbereitet zu feyn; weshalb auch der Verwaltungs-Ausfchufs den Actien-Inhabern die zuvor angemerkten 4 Procent und 7½ Procent Gewinn nicht wirklich ausbezahlt hat.

Folgen die Namen der unterzeichneten Mitglieder des Verwaltungs-Ausfchuffes.

III. Auszug aus der von dem Verwaltungs-Ausfchuffe der Kohlengas- und Koak-Compagnie von *Li-*

verpool an die Intereſſenten abgelegten Rechnung, über ihre Verwaltung vom 31ſten December 1819 bis zum 31ſten December 1820.

	Pf.St.	S.	D.
Kapital-Anlage für die ganze Anſtalt	50657	0	0
Laufende Ausgaben:			
Für Steinkohlen	3164	6	5
Gas-Reinigungs-Koſten	143	17	10
Reparatur- und Unterhaltungs-Koſten	1127	11	5
Arbeitslohn	1021	16	4
Verwaltungs-Koſten	755	[illegible]	0
Diverſe Ausgaben	864	19	½
Summe der Ausgaben	7077	11	½
Einnahme:			
Für verkauftes Gas	9858	9	4½
verkauftes Koak	1014	6	6½
verkauftes Theer	411	6	2
verkauftes Ammoniak	11	5	0
Summe der Einnahme	11295	7	1
Ueberſchuſs	4217	16	½

(Gewinn und wirklich bezahlte Intereſſen 8½ Procent.)

Unterzeichnet *Wm. Wardell* — *Thomas Amos.*

IV. Steinkohlengas- und Koak-Compagnie der Stadt *Oxford*. Jahr 1822.

Angelegte Kapitalien in runden Summen	Pf.St.
Für ſchöne ſtattliche Gebäude	10000
Für Apparate mit 36 Retorten und 3 Gas-Behältern	7000
Für Röhren	5000
Summe	22000

Laufende Ausgaben:	Pf.St.	S.	D.
479½ Tonnen Steinkohlen aus Staffort Shire, zu 1 Pf.	479	10	
18416 Bushel Koak (32 Pfd schwer) zum Heitzen, betragend ⅖ aller durch die Destillation produzirten Koak's, den Bushel zu 6 Deniers	460	8	
5 Arbeiter, deren jeder wöchentlich erhält 1 Pf. 1 Sh.	273		
Besoldung des (sehr einsichtsvollen und industriösen) Inspectors	277		
Diverse Ausgaben	879	14	
Summe der Ausgaben	2369	12	
Einnahme:			
Von 1000 kleinen Argand'schen Lampen, von denen jede 4 K. Fuſs Gas in 1 Stunde verbrennt, und jährlich 3 Pf. 3 Sh. einbringt	3150		
Von 27624 Bushel produzirten Koak's (⅓ verkauft und ⅔ zu Heitzung der Retorten verwendet) à 6 Den.	690	12	
Von verkauftem Theer	22		
Gewinn auf die Besorgung des Anlegens der Röhren in Privathäusern	200		
Gewinn auf eine eigne Kalk-Brennerei, welche überdem die Gasläuterungs-Kosten unentgeltlich mit bestreitet	7		
Summe der Einnahme	4069	12	
Also Gewinn	1700		

(Giebt 7,727 Procent Intereſſen.)

2. Oel - Gas.

Ich habe Gelegenheit gehabt 13 verschiedene Oelgas-Apparate zu sehn, von sehr verschiedener Capazität, von 10 Argand'schen Lampen bis 1200, welche insgesammt von den Herren Taylor und Marti-

neau in London gebauet waren. Die Hrn Taylor ſind die Erfinder der Oelgas-Beleuchtung, und haben ein *Patent* für die Erbauung der Apparate bekommen; ihnen hat ſich ſpäter Hr. Martineau zugeſellt. Dieſe geſchickten und einſichtsvollen Ingenieure haben ihre Apparate zu einer ſolchen Vollkommenheit gebracht, daſs jeder, der eine ihrer zahlreichen Anlagen beſucht, für dieſe Beleuchtungs-Weiſe eingenommen wird. Die Einfachheit und meiſterhafte Ausführung des Apparats, die Leichtigkeit womit er ſich füllen und womit ſich damit arbeiten läſst, die Reinlichkeit der Lokale, und die Reinheit der Luft in denſelben ſelbſt dicht neben den Retorten, (ſo daſs die nächſten Nachbarn auch nicht im Geringſten durch die Anlage beläſtigt werden), erregen ſogleich die günſtigſte Meinung von denſelben. Ich habe mit mehreren Eigenthümern ſolcher Apparate geſprochen, und auch nicht Einen gefunden, der nicht mit innigem Vergnügen ſeine vollkommene Zufriedenheit mit demſelben bezeugt hätte. Dieſe Umſtände, verbunden mit der Wohlfeilheit des unvergleichlich ſchönen Lichtes, und mit vollkommener Unſchädlichkeit deſſelben für die Geſundheit, haben die Beleuchtung mit Oelgas beliebt gemacht und ſehr verbreitet. Man zieht es ziemlich allgemein dem Steinkohlengas vor, und es fängt an mit dieſem in eine Concurrenz zu treten, welche den Steinkohlengas-Compagnien ſehr gefährlich zu werden droht. Gegenwärtig ſind die HH. Taylor und Martineau mit dem Bauen dreier ſehr groſser Apparate beſchäftigt, welche ſie beinahe beendigt haben; dieſe ſind für die Beleuchtung der Städte *Dublin*, *Liverpool* und *Briſtol* beſtellt, welche alle drei bisher mit Steinkohlengas beleuchtet wurden,

und bekanntlich groſse Steinkohlen - Bergwerke in ihrer Nachbarſchaft haben. Mehrere andere Städte ſind von ihnen bereits mit Oelgas beleuchtet: ſeit ganz Kurzem *Plymouth*, *Taunton*, *Cambrigde* und *Leith* in Schottland, und ſchon ſeit einiger Zeit die Städte *Hull*, *Norwich*, *Colcheſter;* auch beleuchten ſie mit ihren Oelgas - Apparaten die Ortſchaften *Bow* und *Bromley* nebſt den umliegenden Gegenden, und die *Heerſtraſse* von White Chapel bei London. Die Regierung hat ihnen neuerlich ihre Zufriedenheit bezeugt über einen Apparat von 400 Argand'ſchen Lampen, welchen ſie für die königl. *Briefpoſt* in London gebauet haben; dieſer Apparat ſteht dicht neben dem Poſtbureau, in einem kleinen Hofe mitten in dem gedrängt - bevölkertſten Theile der Stadt, ohne irgend jemand zu beläſtigen. So ſind auch ihre Apparate angebracht, welche das früher gebrauchte Steinkohlengas aus den *Theatern Coventgarden* und *Coburg* verdrängt haben; desgleichen ihre Apparate in der *London - Inſtitution*, in der *Apotheker - Halle*, im *London - Hoſpitale* etc. Ihrer vielen Apparate nicht zu gedenken, welche ſeit 6 Jahren *Schlöſſer*, *Privathäuſer* und *Fabriken* aller Art und Gröſse beleuchten, nicht nur in England, ſondern auch in den entfernteſten Weltgegenden, als in *Amerika*, *Ruſsland*, *Indien* u. ſ. w.

Folgende Nachrichten haben mir die Herren Taylor und Martineau ſelbſt mitgetheilt, und ich habe ſie durch tägliche Erfahrung genau beſtätigt gefunden:

1. Ein Gallon Oel (thieriſches oder vegetabiliſches macht keinen ſonderlichen Unterſchied), ungefähr 7½ engl. Pfunde wiegend und einen Raum von

231 engl. Kub. Zoll einnehmend, giebt in ihren Apparaten 100 bis 110 engl. Kub. Fuſs Oelgas.

2. Ein Kubik-Fuſs dieſes Gas giebt, gehörig verbrannt, ſo viel Licht als 3½ bis 4 Kubik-Fuſs Steinkohlen-Gas.

3. Eine ihrer kleineren Argand'ſchen Lampen oder Brenn-Mündungen, welche 1¼ Kub. Fuſs Oelgas in 1 Stunde verbrennt, giebt ſo viel Licht als 10 Talglichter, 6 auf das Pfund, welche gleichzeitig brennen.

4. Dieſe Reſultate erhält man mit den geringſten und wohlfeilſten Oelen, die man ſich im Handel verſchaffen kann, und dieſe ſchlechten Oele, wenn man ſie in der HH. Taylor u. Martineau Apparaten in Gas verwandelt und dann in ihren Lampen verbrennt, geben mehr Licht als gleiche Gewichte der beſten geläuterten Oele beim Verbrennen in Argand'ſchen Oel-Lampen.

Da dieſes mir ein Paradoxon ſchien, habe ich ſelbſt darüber zahlreiche Verſuche angeſtellt. Sie fielen alle ſehr günſtig für das Gas aus, und zwar in verſchiedenem Verhältniſſe mit verſchiedenen Argandſchen Oel-Lampen; und ich habe mich durch dieſe meine Verſuche überzeugt, daſs „100 Gran ſchlechten „Thrans in Gas verwandelt, wenigſtens ſo viel Licht „geben als 130 Gran des beſten geläuterten Rüböls, „welches in Argand'ſchen Oellampen verbrannt wird.“ Doch iſt das Verhältniſs 130 ein Minimum und nicht der Durchſchnitt, denn mehrere Verſuche gaben mir ein Licht dem von 150 und ſogar von 200 Gran in Arg. Oellampen gleich. Ja ich habe einen Fall erlebt, der ſo auffallend war, daſs ich es nicht wagen würde ihn zu erwähnen, hätte ich nicht das Vergnügen ge-

habt eben diesen Versuch gemeinschaftlich mit einem meiner Freunde, einem verdienstvollen Professor der Chemie von Paris, zu machen, der dazu eine neue, in Paris verfertigte Argand'sche Astral-Lampe ganz besonders mitgebracht hatte. Wir regulirten sie so, daſs sie möglichst hell, ohne Rauch, und dem Anscheine nach recht vortheilhaft brannte, und nun verzehrte diese Lampe 317 Gran Oel, indeſs wir um eine gleiche Menge und Intensität von Licht mittelst Oelgas zu erhalten, von diesem nur so viel zu verbrennen brauchten als aus 100 Gran Oel erhalten wird. Wir haben hierbei sorgfältig die Intensität des Lichtes nach dem Quadrate der Entfernung der Schatten berechnet, und die Menge des verbrauchten Gas nach einem Gasometer gemessen, der $\frac{1}{200}$ eines Kubik-Fuſses noch sehr deutlich anzeigte.

Es erhellet aus diesen Versuchen, daſs Argand'sche Lampen zwar nächst der Beleuchtung durch Gas das gleichförmigste Licht geben, doch in ökonomischer Rücksicht sehr unsichere Resultate gewähren, und das Interesse des Publikums durch sie gewissermaſsen dem Zufalle Preis gegeben ist.

Aus mehreren Reihen von mir angestellter photometrischer Versuche, deren Detail ich bekannt zu machen denke sobald die Zeit mir erlaubt haben wird sie noch ein paar Mal zu wiederholen, glaube ich folgende nicht uninteressante Resultate ziehen zu dürfen. „Die Lichtquanta von einer und derselben be-„stimmten Intensität, welche verbreitet werden durch „das Verbrennen eines bestimmten Gewichtes nachbe-„nannter Licht-Materialien, stehen zu einander in fol-„gendem Verhältnisse:

Oel das in Gas verwandelt worden ift	1,000
Oel in Argand'fchen Lampen verbrannt	0,769
Kerzen oder Lichter 6 Stück auf das Pfund	
von Spermaceti (Wallrath)	0,493
von Wachs	0,465
von Talg	0,404

Das *Oelgas* zu diefen Verfuchen hatte, bei einem Stande des Thermometers auf 74° F. und des Barometers auf 29½ engl. Zoll, eine fpecififche Schwere von 0,96579, die der atmofphärifchen Luft zu 1 angenommen *). Es wurde aus einem der gröfseren von Taylor's und Martineau's Gaswerken hergeleitet, und in Argand'fchen Lampen von ihrer Fabrik verbrannt. Die *Argand'fchen Oellampen* waren von den beften, die ich mir verfchaffen konnte, ohne jedoch nach Hrn Carcel's finnreicher Bauart eingerichtet zu feyn, womit ich nächftens auch Verfuche zu machen denke. Ich erwähne diefe drei Umftände, weil die Art und Weife wie das Gas bereitet wird, fo wie die Einrichtung der zum Verbrennen dienenden Gas- und Oel-Lampen, mit der gröfsten Sorgfalt berückfichtigt werden müffen, wenn man möglichft viel Licht um einen möglichft geringen Preis fich verfchaffen will. Denn ich habe Gas-Apparate gefehen, welche nur 80, ja einige, welche fogar nur einige 50 Kub. Fufs Gas vom Gallon Oel erzeugten, ohne dafs 1 Kub. Fufs diefes Gas merklich mehr Licht, als 1 Kub. Fufs von Taylor's Gas gegeben hätte, deren man 100 bis 110 vom Gallon erhält. Die Umftände, welche Taylor's

*) Das fpecififche Gewicht des Steinkohlengas habe ich gefunden von 0,42455.

und Martineau's Apparaten dieſen Vorzug geben, ſind an ſich ganz einfach und die Früchte ihrer langjährigen Erfahrung, welche ſich bei der groſsen Anzahl von Apparaten, die ſie gebaut haben, nach und nach ergaben. Sie lieſsen ſich keine Mühe verdrieſsen ſo lange zu verbeſſern, als noch etwas zu wünſchen übrig blieb, bis ſie vor etwa zwei Jahren ihre Apparate auf den Punkt ihrer jetzigen Vollkommenheit gebracht haben.

Welchen groſsen Einfluſs die Art das Gas zu verbrennen auf das Licht hat, davon ſind mir bei meinen Verſuchen merkwürdige Fälle vorgekommen, wo ich etwa nur den hunderten Theil der gewöhnlichen Licht-Intenſität erhielt, indeſs in gleicher Zeit doch eben ſo viel Oel-Gas oder Steinkohlen-Gas und atmoſphäriſche Luft zuſtrömten als gewöhnlich, und auch vollkommene Verbrennung Statt fand. Dieſe auffallende Erſcheinung rührte blos von veränderter Form der Lampe und des über der Flamme befindlichen Glaſes her, und ſchien mir auf phyſikaliſchen, vielleicht auch auf mechaniſchen Grundſätzen zu beruhen, wie die nähern Umſtände zeigen werden, die ich, um nicht gar zu weitläufig zu werden, für einen künftigen Aufſatz aufſpare, indem ich mich hier begnüge nur anzumerken, wie auſserordentlich die Lichtmaſſe, welche von einer beſtimmten Menge Oels oder Gaſes zu erhalten iſt, von den Umſtänden des Verbrennens, und von der Einrichtung der Gas-Lampen abhängt.

Noch muſs ich erwähnen, daſs ich bei den mit dem Gaslicht zu vergleichenden Oellampen- und Kerzen-Lichte jedesmal den Augenblick aufzufaſſen bemüht geweſen bin, wo ihr Leucht-Vermögen das Ma-

ximum erreicht hatte. Dieſes ſchien mir billig zu ſeyn, weil eine Gas Lampe ſo lange ſie brennt das Maximum der Licht-Intenſität, auf die man ſie Anfangs regulirt hat, unverändert zu geben fortfährt, indeſs man in dem gemeinen Leben im Durchſchnitte von Oellampen und Kerzen nur etwa ¾ jenes Maximums wirklich erhält; denn es würde eine ermüdende Aufmerkſamkeit dazu gehören, ſie fortwährend bei dieſer Intenſität zu erhalten, indem zu dem Ende ein Talglicht wenigſtens alle 5 Minuten müſste geputzt werden, ein Spermaceti- und Wachs-Licht alle 10 Minuten, und eine Argand-ſche Lampe alle halbe Stunden. Wartet man damit länger, ſo vermindert ſich ihre Helligkeit merklich durch die fortſchreitende Verkohlung der Dochte, und durch das tiefere Stehen des Niveau der Flüſſigkeit unter die Spitze des Dochtes.

Ich laſſe nun, als ein Gegenſtück zu den vorhin mitgetheilten Berechnungen über das Steinkohlen-Licht, eine Berechnung folgen der Anſchaffungs-Koſten oder des erforderlichen Kapitals, der jährlichen Unkoſten, und des jährlichen Ertrags eines Oelgas-Apparats, wie die Herren Taylor und Martineau ſolche hier zu Lande fertig aufbauen und garantiren. Der Oelgas-Apparat, worauf ſich dieſe Berechnung bezieht, vermag 2278 Argand'ſche Lampen mit Gas zu verſehen, deren jede an Intenſität des Lichtes gleich iſt der einer Argand'ſchen Steinkohlengas-Lampe, welche 5 bis 6 Kub.Fuſs Steinkohlengas in jeder Stunde verbrennt, und täglich vom Dunkelwerden an bis 9 Uhr Abends (wir wollen zum Durchſchnitte annehmen 3 Stunden täglich das ganze Jahr hindurch von 313 Werktagen) brennt:

apital - Anlage.	Pf.St.	Sh
Erforderliche Apparate mit 2 Gasometern und ihren gufs-eisernen Waffer-Cifternen	2800	
40000 Fufs Röhren von verfchiedenem Durchmeffer, durch die Strafsen fertig gelegt, und das Steinpflafter wieder hergeftellt	3666	
6000 Qu.Fufs Land, muthmafslich angefchlagen zu	500	
Schöne anfehnliche Gebäude angefchlagen zu	2000	—
Summe	8966	—
hrliche Ausgaben:		
Ein Arbeiter 36 Sh., und fein Gehülfe 12 Sh. die Woche	124	16
Ein Auffeher	200	
Erhebungs - Gebühren	200	
Unterhaltungs- und Ausbefferungs-Koften auf das Maximum angefchlagen zu 10 Procent auf die Apparate und $2\frac{1}{2}$ Procent auf die Röhren	362	10
	887	6
Unvorhergefehene Ausgaben	400	
32086 Gallons Oel a 2 Shilling	3208	12
Summe der Ausgaben	4495	18
nnahme:		
3208563 Kub. Fufs Oelgas zu dem gewöhnlichen Preife verkauft, 1000 Kub. Fufs zu 50 Shill., werfen ab 8021 Pf., wovon 6 Proc. Disconto mit 481 Pf. abgehn, alfo Netto-Ertrag bleibt	7540	—
Bleibt Gewinn	3044	2

Beträgt 33,954 Procent Intereffen.)

Ich hätte gewünfcht Rechnungs-Auszüge von einigen Oelgas-Compagnien beibringen zu können, allein die früheren Anlagen diefer Art find in den Händen weniger Privat-Eigenthümer, welche ihren Gewinn nicht öffentlich bekannt machen, und die neueften haben noch nicht lange genug beleuchtet um eine Jahr-Rechnung abzulegen.

3.

Vergleichende Ueberficht des Refultats der 5 befchriebenen Apparate zur Beleuchtung mit Steinkohlen- und mit Oel-Gas.

A. Vorläufige Bemerkungen.

Um eine Vergleichung anftellen zu können zwifchen den Refultaten der 5 bis jetzt zergliederten Anftalten, werde ich nun berechnen was 1000 Kub.Fufs Steinkohlen-Gas in jeder der 4 erften Anftalten koften, was fie eintragen, und wie viel Kapital-Anlage fie verurfacht haben; und bei der Oelgas-Anftalt werde ich daffelbe für 250 a 286 Kub.Fufs Oelgas berechnen, weil diefe, wie wir gefehn haben, ein Aequivalent find für 1000 Kub.Fufs Steinkohlengas.

1. Die Steinkohlengas-Compagnie in *Glasgow* verkauft ihr Gas um 3 Pf. 19 Sh. für jede Argand'fche Lampe No. 3, die dafür das Jahr von 313 Tagen hindurch, vom Dunkelwerden bis 9 Uhr Abends brennt. Nach dem Durchfchnitt von 3 Stunden für den Tag, und 5 K.F. Gas für die Stunde gerechnet, fetzt diefes für jede Lampe (die 3,19 Pf. jährl. koftet) einen Verbrauch von 4695 K.F. Gas jährlich voraus; giebt für 1000 K.F. Gas einen Verkaufspreis von 16 Sh. $9\frac{3}{4}$ Den. Die Anftalt bewilligt bedeutenden Rabat auf grofse Confumtionen, welchen man wegen der zahlreichen grofsen Fabriken die fie zu verfehn hat zu 20 Procent auf den ganzen Verkauf anfchlagen kann, wodurch der Nettopreis von 1000 Kub.Fufs auf 13 Sh. $5\frac{4}{10}$ Den. = 13,450 Sh. reducirt wird.

Nun hat aber die Compagnie für eine 9-monatliche Beleuchtung 4828 Pf. 13 Sh. 8 Den. eingenommen, welches einen Verkauf vorausfetzt von 7 180 200 Kub.

Fuſs, zu 13,450 Sh., in 9 Monaten, oder von 9573600 Kub. Fuſs das Jahr hindurch.

Da das in dieſer Anſtalt angelegte Kapital 50266 Pf. 9 Sh. 7 Den. beträgt, und hier im Jahre 9573600 Kub.Fuſs Kohlengas producirt werden, ſo ergiebt ſich hieraus, daſs eine jährliche Production von 1000 Kub. Fuſs nach dieſem Maaſsſtabe eine Kapital-Anlage von 105 Schillingen erfordert habe, daſs ſie ferner zu ſtehen komme an Steinkohlen auf 5 Sh. (16 Sh. 8 D. per Tonne), ferner an Arbeitslohn 2 Sh. 6 D. (aber nur auf 7180200 K. F. berechnet) u. ſ. w., wie es die unter *B* folgende Tabelle ausweiſt.

2. Die *Liverpool*-Compagnie verkauft ihr Gas um 3 Pf. 18 Sh. die Argand'ſche Lampe von 5 K.F. Gas-Verbrauch in 1 Stunde, nach dem was ſo eben für Glasgow erörtert iſt; macht 16 Sh. 7 D. per 1000 K.F. Da die Anſtalt aber den Abonnenten das nach 9 Uhr Abends verbrauchte Gas wohlfeiler als das vor 9 Uhr verbrannte ablaſst, ſo iſt der wahre Preis auf 15 Sh. für 1000 K.F. zu reduciren; und auch davon ſind noch 6 Procent im Durchſchnitte abzurechnen, denn die Anſtalt bewilligt den Conſumenten 2½ bis 12½ Proc. Rabatt, je nachdem ihr Jahr-Abonnement bedeutend iſt. Dadurch wird der Netto-Preis auf 14 Sh. 1$\frac{2}{10}$ D. oder 14,100 Sh. reducirt, und hiernach ſetzen 9858 Pf. 9 Sh. a 14,100 Shill. per 1000 K.F. eine Menge von 13983647 Kub.F. Gas voraus.

3. Die Kohlengas-Compagnie zu *Oxford* läſst ſich 3 Pf. 3 Sh. für eine kleine Argand'ſche Lampe bezahlen, welche 4 Kub.Fuſs in der Stunde verbrennt, für 313 Tage bis 9 Uhr Abends, welches 3756 K. F. per Lampe im Jahre macht, ſo daſs die 1000 Abonne-

ments-Lampen dieſer Compagnie in Conſumtion 859 gewöhnlichen Londn. Lampen von 5 K. F. gleich ſind.

4. Die *Oelgas-Compagnie* von White Chapel Road bei *London* verkauft ihr Gas nach dem Gaſometer um 50 Sh. (2 Pf. 10 Sh.) jede 1000 K.F., welche ungefähr ſo viel Licht als 4000 K.F. Steinkohlengas geben, und bewilligt darauf 5 Procent Disconto. Ich habe

B. Vergleichende Ueber

der fünf zuvor beſchriebenen Anſtalten zur Beleuchtung nehmen, des Kapitals welches ſie erfordern, der laufenden trags; jeden Artikel *pro rata* auf 1000 Kub.Fuſs Steinkoh
250 à 286 Kub.Fuſs

Nach dem Durchſchnitt von einem Jahr erforderte die Production von je 1000 Kub. Fuſs Steinkohlen-Gas	in den Apparaten der Stein	
	Glasgow von 2036 Arg. Lampen, $18\frac{18}{19}$	Glasgow von 3241 Arg. Lampen, $18\frac{19}{20}$
I. *an Erdoberfläche*		
Quadratſchuh	5,391	3,387
II. *an Kapital-Auslage*	Shill.u.Dec.th.	Shillinge etc.
1) für Landankauf	3,141	65,993 (1–4 zusammen)
2) Gebäude	55,870 (2 u. 3 zusammen)	
3) Apparate		
4) Röhren	46,000	
Summe	105,011	65,993

diesen Preis zum Grunde gelegt, obgleich man in den Provinzial-Städten das Oelgas theurer verkauft, in Colchester z. B. um 65 Shill., und in der Berechnung durchgehends die kleineren Vortheile, die mit dem Oelgas verbunden sind, aus der Acht gelassen, da es durch seine charakteristischen Hauptvorzüge den andern Leucht-Materialien schon überlegen genug ist.

ſicht der Reſultate,

mit Gaslicht, hinſichtlich des Raumes welchen ſie ein-
Ausgaben welche ſie verurſachen, und ihres jährlichen Er-
lengas, und für den Oelgas-Apparat auf ein Aequivalent von
Oelgas berechnet.

kohlen-Gas-Compagnieen zu		im Durchschnitt dieser 4, ein Apparat von 2278 Arg. Lampen, im Jahr 1820	Taylor's Oelgas-Appar. von 2278 Arg. Lampen, nur auf das Minimum berechnet gleich 10695210 K.F St.Kohlengas
Liverpool von 2975 Arg. Lampen, 1820	Oxford von 859 Arg. Lampen, 1822		
?	?	4,389	0,560
Shillinge	Shillinge	Shillinge	Shillinge
			0,935
	53,248		3,740
72,452		90,151	
	37,274		5,236
	26,624		6,856
72,452	117,146	90,151	16,767

Nach dem Durchſchnitte von einem Jahr veranlaſste die Production von je 1000 Kub. Fuſs Steinkohlen-Gas an:	in den Apparaten der Stein	
	Glasgow von 2036 Arg. Lampen, $18\frac{18}{19}$	Glasgow von 3241 Arg. Lampen, $18\frac{19}{20}$
III. ***Jährlichen Ausgaben:***	Shill.u.Dec.th.	Shillinge etc.
1) für St.Kohlen zur Deſtillation 2) desgl. zum Heitzen	5,093	4,246
3) Gasläuterungs-Koſten	0,365	0,495
4) Reparatur und Unterhaltung	0,113	0,703
5) Arbeitslohn	2,507	2,040
6) Aufſicht u. ſ. w.		0,597
7) Diverſe Ausgaben	0,205	1,038
Summe	8,283	9,119
IV. ***Jährlichen Einnahmen:***		
1) für Gas	13,450	13,450
2) Koaks	0,366	0,392
3) Theer 4) Ammoniak-Waſſer		0,067
5) Zufällige	0,190	0,190
Summe	14,006	14,099
Davon die Ausgaben	8,283	9,119
Bleibt Netto-Ertrag	5,723	4,980
Giebt vom Hundert an Intereſſen	4,087	7,546

Aus der Vergleichung dieſer vier Steinkohlengas-Apparate erhellet erſt, daſs ſolche die darin angelegten Kapitalien im Durchſchnitte zu ungefähr 7 Proc. verintereſſirt haben in ſolchen Gegenden, wo der Durch-

kohlen-Gas-Compagnieen zu		im Durchschnitt dieser 4, ein Apparat von 2278 Arg. Lampen, im Jahr 1820	Taylor's Oelgas-Appar. von 2278 Arg. Lampen, nur auf das Minimum berechnet gleich 10695210 K.F St.Kohlengas
Liverpool von 2975 Arg. Lampen, 1820	Oxford von 859 Arg. Lampen, 1822		
Shillinge etc.	Shillinge etc.	Shillinge etc.	Shillinge etc.
4,526	2,553	4,717	6,000 (Oel)
	2,451		0,000
0,206		0,266	0,000
1,613		0,607	0,678
1,461	1,454	1,866	0,233
1,080	1,475	0,788	0,748
1,237	4,684	1,791	0,748
10,123	12,617	10,035	8,407
14,100	16,773	14,443	14,100
1,457	3,677	1,473	0,000
0,588	0,117	0,197	0,000
0,016			0,000
	1,102	0,370	0,000
16,161	21,669	16,483	14,100
10,123	12,617	10,035	8,407
6,038	9,052	6,448	5,693
8,334	7,727	6,923	33,954 p.C.

schnitts-Preis der Steinkohlen sich auf 18 Sh. 4 D. beläuft, indeſs eine Oelgas-Anstalt, welche den Gallon Oel mit 2 Shillingen bezahlt, die darin angelegten Kapitalien fast zu 34 Procent Zinsen geltend machen kann.

4.

Preiſe verſchiedener Arten von Beleuchtung.

Es iſt mir nun noch übrig den *Preis auszumitteln*, auf den eine beſtimmte Menge Licht von gleicher Intenſität zu ſtehen kommt, vermittelſt eines jeden der *ſechs Beleuchtungs-Materialien*, die ich unterſucht habe, und zwar nach den jetzigen Preiſen in London; das Verhältniſs läſst ſich dann leicht auf die Preiſe irgend eines andern Landes reduciren.

1. Die verſchiedenen *Steinkohlengas*- und Koak-Compagnien in London laſſen ſich bezahlen für die Unterhaltung einer Argand'ſchen Gaslampe, welche in der Stunde 5 K.F. Gas verbraucht und 313 Tage im Jahre vom Dunkelwerden bis Abends 9 Uhr, d. i. im Durchſchnitt 3 Stunden lang täglich brennt, (alſo 4695 K.F. Gas braucht) ohne Disconto 4 Pf. 0 S. 0 D.

2. Die White Chapel Road *Oelgas*-Compagnie bei London verkauft eine gleiche Menge Licht (d. h. 1342 Kub. Fuſs Oelgas, welche gleich ſind 4695 a 5368 K.F. Steinkohlengas) für 3 Pf. 7 Sh. 1 D. (50 Sh. per 1000 Kub.Fuſs), wovon 5 Procent Disconto mit 3 Sh. 4 D. abgehn, 3. 3. 9.

3. Daſſelbe Licht vermittelſt Argand'ſcher *Oel*lampen, welche 17,451 Gallons geläutertes Rüböl verbrennen, à 4 S. 6 D. = 3. 18. 6. (denn 1342 K.F. Oel-Gas erhält man durch Deſtillation von 13,420 Gallon Oel, und dieſe, nach der Erfahrung S. 128, vermehrt im Verhältniſs 769 : 1000, geben = 17,451 Gallons.)

4. Daſſelbe Licht von 249,12 Pfund *Talg*lichtern 6 auf das Pfund, à 10 Den. per Pfd — 10 Pf. 7 S. 7 D.
(17,451 Gallons à $7\frac{1}{2}$ Pfd ſind 130,882 Pfd, vermehrt im Verhältniſs 404 : 769 = 249,12 Pf.)

5. Daſſelbe Licht von 204,15 Pfund *Spermaceti*-Lichten 6 Stück per Pfund (495 : 404 :: 249,12 : 204,15) à 5 Sh. pr Pfd, — 30. 12. $5\frac{1}{2}$.

6. Daſſelbe Licht von 216,44 Pfund *Wachs*kerzen 6 Stück auf das Pfund (465 : 404 :: 249,12 : 216,44) à 4 Sh. pr Pfd, — 43. 5. 9.

Hieraus folgt, daſs die verſchiedenen Preiſe einer und derſelben Lichtmaſſe, je nachdem man ſie von einem oder dem andern der vorgenannten 6 Leucht-Materialien erhält, in folgendem Verhältniſſe ſtehen; nach dem Londner Preiſen:

Oel-Gas;	Oel in Arg. Lampen;	St.Kohlen-gas;	Talg-Lichte;	Spermaceti-Lichte;	Wach-Lichte
1,000.	1,2314.	1,2549.	3,2562.	9,6071.	13,5805.

Wir ſehen hier daſs das Oelgas unter allen Leuchtſtoffen den erſten Rang behauptet durch ſeine Wohlfeilheit; es behauptet ihn aber auch durch ſeine Salubrität, denn es giebt beim Verbrennen weder läſtige Dünſte noch Rauch, wodurch es vorzüglich ſchätzbar wird an Hof, in Geſellſchafts-Zimmern, Wohnzimmern, Bureaux, Kirchen, Theatern, Kaufmannsläden, Fabriken aller Art etc., indeſs das Steinkohlengas, welches gewöhnlich Schwefel-Waſſerſtoffgas mit ſich führt, der Geſundheit ſchädlich wird, koſtbare Metalle, Vergoldung u. Verſilberung ſchwärzt, und daher reiche Meublen, Spiegel und Bilderrahmen, Damenſchmuck,

und manche Farben der Gemälde angreift und gänzlich entſtellt; Unannehmlichkeiten, welche gewiſs wichtig genug ſind uns zu veranlaſſen, das Steinkohlen-Gaslicht aus unſern Wohnungen gänzlich zu verbannen, und ſeinen Gebrauch auf Straſsen-Beleuchtung und auf die Beleuchtung von Hallen, Vorplätzen und andern Orten einzuſchränken, wo man ohne Nachtheil einen Zugwind oder ſtarke Ventilation fortwährend unterhalten kann.

Jedermann der nur Oelgas geſehn hat geſteht, daſs die Flamme deſſelben jedes andre Licht an Schönheit und Glanz übertrifft. Man iſt hiervon ſo allgemein überzeugt, und wünſcht ſo eifrig die Vortheile zu genieſsen die es gewährt, daſs ſich noch kürzlich eine *neue Oelgas-Compagnie* unter dem Vorſitze des Lord-Mayor's der Stadt London hier gebildet hat, um die Einwohner in allen Gegenden der Stadt damit zu verſehn, indem es ihnen *zugefahren* wird in *tragbaren* Lampen und gröſseren Gefäſsen, worin man das Oelgas zu einer Dichtigkeit von 30 Atmoſphären Druck zuſammenpreſst. Die dazu erforderlichen Apparate etc. ſind von den Hrn Taylor und Martineau gebauet worden.

Dieſer Eifer, womit man jetzt in England die Oelgas-Anſtalten zum Nachtheile der Kohlengas-Compagnien befördert, könnte hinſichtlich der am Eingange dieſes Aufſatzes angeführten Umſtände, inconſequent ſcheinen; allein der Wallfiſchfang der Engländer in Grönlandund Davis Straſse iſt nicht unbedentend und verdient, wenn ſchon ungleich weniger wichtig als der Steinkohlen-Bergbau, doch auch berückſichtigt zu werden; ſogar das Gouvernement thut etwas zur Beförde-

rung des Wallfifchfangs, indem es jedem Schiffe eine jährliche Gratification (*Bounty*) von 300 Pf. Sterl. bewilligt, welches mir bemerkenswerth fcheint, da ich im Allgemeinen finde, dafs ein Gouvernement nicht leicht weniger für gemeinnützige öffentliche Anftalten thun kann als das Englifche thut, indefs das Franzöfifche hierin fich fehr liberal bezeigt hat und noch bezeigt. Ich habe einen Auszug gemacht aus den über diefen Handelszweig bekannt gemachten Rechnungen, woraus fich ergiebt, dafs die 16 englifchen Häfen, welche in diefen Unternehmungen fpeculiren, im Jahre 1820 nicht weniger als 159 Schiffe, zufammen von einer Capacität von 50337 Tonnenlaft, auf diefe Art des Fifchfangs ausgefandt haben; diefe tödteten 1573 Wallfifche und 5760 Seekälber, welche 19206 Tonnen Oel lieferten (die Tonne zu 252 Gallons, macht 32024340 Pfunde Oel). Und feit dem Jahre 1813 find nie weniger als 143 Schiffe jährlich ausgefendet und nie weniger als 10682 Tonnen Oel, oder vielmehr Thran, von ihnen mit zurück gebracht worden.

Man könnte den Zweifel hegen, ob auch wohl dem Oelgas auf dem feften Lande diefelben Vorzüge vor den übrigen Leucht-Materialien zukommen möge, die es in England vielleicht nur einigen Local-Umftänden verdanke? und ob man nicht auf dem Continente, z. B. in Paris, im Stande feyn follte Steinkohlen-Gas billiger als in London zu fabriciren? Ich glaube diefe Bedenken mit wenigen Worten durch die Bemerkungen heben zu können, dafs *erftens* Oelgas-Fabriken ftets und in jedem Lande drei bedeutende Vortheile über Privatperfonen haben, welche fich Argand'fcher Oellampen bedienen, indem fie nämlich

wenigstens 30 Procent Licht durch die Destillation gewinnen, ungeläuterte und geringe Oele anwenden können, indeſs der Privatmann raffinirtes Oel brennen muſs, und den Vortheil haben beim Ankaufe groſser Vorräthe die günstigsten Jahreszeiten sowohl, als auch sonstige günstige Nebenumstände, um möglichst billig einzukaufen, benutzen zu können. Und was *zweitens* die Bereitung des Steinkohlengas betrifft, so hat bei ihr England nicht blos vor allen andern Ländern den Vortheil eines Ueberflusses an Steinkohlen durch das ganze Königreich voraus, sondern auch den des wohlfeilen Preises guten Guſseisens, und der vielfältigen Gelegenheit die Koaks abzusetzen; des vielfältigen Theerverbrauchs beim Seewesen nicht zu gedenken, welches in England diesem Artikel einigen Werth giebt. Jederman in England ist gewöhnt zu allen Heitzungen für den Hausgebrauch Steinkohlen zu brennen, daher niemand es lästig oder schwer finden würde, statt ihrer Koaks zu brauchen, wenn ein geringerer Preis dieses vortheilhaft machte, und man hätte bei der Einführung derselben hier nicht erst Gewohnheiten und Vorurtheile zu bekämpfen, wie das in den mehrsten Länder auf dem Continente, welche Holz brennen der Fall seyn dürfte.

Bei der Oelgas-Bereitung habe ich nichts für Heizung der Retorten ausgeworfen, weil die Herren Taylor und Martineau auf eine sinnreiche Art ihre Retorten unentgeltlich heitzen, indem sie solche über einen Koak-Ofen setzen, worin sie Koaks für die Eisen- und Messing-Gieſser bereiten. Die in diesen Oefen sich entwickelnde Hitze ist vollkommen hinreichend Oelgas zu fabriciren, wozu keine so hohe Temperatur

als zu dem Steinkohlengas erfordert wird, weshalb Oelgas-Retorten auch länger brauchbar bleiben. Die Koaks, die sie auf diese Art produciren, sind vorzüglich gut, schwer und compact, und werden von den Gießsern sehr gesucht; gewöhnlich sind sie schon im Voraus bestellt, indem man sie den leichten porösen Koaks, die in den Kohlengas-Retorten zurückbleiben, bei weitem vorzieht. Letztere sind zum Eisenguſs fast gänzlich unbrauchbar, weil sie dem Gebläse nicht widerstehn und keine sehr intensive Hitze geben; während von guten compacten Koaks 40 Pfund hinreichen um 100 Pfd gutes Guſseisen zu schmelzen, bewirken von Koaks aus den Retorten der Steinkohlengas-Anstalten dieses kaum 60 Pfund, und das weniger gut.

Schlieſslich will ich noch berechnen, wie hoch auf dem Continente der Preis des Oels steigen müſste, wenn es möglich seyn sollte Steinkohlengas mit Oelgas in Concurrenz zu bringen, vorausgesetzt daſs man dort das Steinkohlengas um denselben Preis bereiten könnte, als in London. Ich will die Vergleichung für Paris machen, da dessen Münz-, Maaſs- und Gewichtssystem am einfachsten zu berechnen ist.

Aus der vorhin mitgetheilten Tabelle erhellet, daſs die Provinzial-Steinkohlengas-Compagnien ihre angelegten Kapitalien im Durchschnitte zu 6.923 Procent geltend machen, indem sie 1000 Kub. Fuſs Gas im Durchschnitte zu 14,443 Shilling verkaufen, und die Steinkohlen zu 18 Shill. 4 Den. die Tonne einkaufen. Die Londner Compagnien lassen sich zwar für 1000 Kub.Fuſs ihres Gas 17,0394 Shillinge bezahlen, gewinnen daran aber doch nicht mehr als die Provinzial-Compagnien, weil sie die Steinkohlen in London viel

theurer bezahlen müssen als sie jenen zu stehn kommen. Ich nehme zum Behuf dieser Berechnung an, das Oelgas-Licht habe mit dem Steinkohlen-Licht einerlei Preis, wodurch ich den wahren Preis von 66¾ Shilling die Lampe das Jahr über, auf 80 Shilling erhöhe. Für unsern angenommenen Oelgas-Apparat von 2278 Lampen würde dieses eine jährliche Einnahme von 9112 Pfund Sterling geben, und daher dessen Kapital-Interessen von 34 Procent auf 51,483 Procent erhöhen, wenn man das Oel zu 2 Shilling die Gallon einkauft. Nun wiegt aber 1 Gallon Oel 3 Kilogramme und 450 Gramme, und rechnen wir den Cours das Pfd Sterling zu 25 Francs, so findet sich, dass der Preis auf welchen der Ertrag unsers Oelgas-Apparats berechnet ist, die 50 Kilogramme Oel (etwas über 100 Pfund) auf 36 Francs 23 Centimes setzt. Ferner finde ich, dass wenn 50 Kilogramme Oel in Paris auch bis auf 81 Fr. 34 Ct. stiegen, die Unternehmer der Oelgas-Beleuchtung dennoch 6,923 Procent Interessen von ihren Kapitalien erhielten, ohne den Preis ihres Gas zu erhöhen. Und dann erst könnte Steinkohlen-Gas mit Oel-Gas in Concurrenz treten, vorausgesetzt nämlich, dass man Steinkohlen-Gas in Paris um denselben Preis fabriciren könnte als in London, welches sehr zweifelhaft ist, zu untersuchen aber außer meinem gegenwärtigen Plane liegt.

Beschluss.

Wenn wir alle in vorstehendem Aufsatze vorgetragenen Thatsachen mit einander vergleichen, so ergiebt sich, dass von den darin untersuchten sechs Leucht-Materialien, das Oel-Gas die mehrsten und

gröſsten Vortheile in ſich vereinigt, und den Localumſtänden faſt aller Länder des Continents vollkommen entſpricht. Es ſcheint den Vorzug zu verdienen nicht blos in Beziehung auf die Geſundheit, und weil es wohlfeiler und glänzender iſt, ſondern auch wegen ſeiner unvergleichlichen Schönheit, und als Gegenſtand merkantiliſcher Speculation, in der man ſeine Kapitalien ſicher anlegen kann, vorausgeſetzt, daſs man ſich nicht auf koſtſpielige neue Verſuche einlaſſe, oder Apparate baue, deren unfehlbaren Erfolg die Erfahrung noch nicht verbürgt hat. Und hier berühre ich einen Umſtand auf den man nicht aufmerkſam genug ſeyn, und eine Gefahr, vor der man ſich nicht zu ſehr hüten kann; denn nichts iſt Verderben-bringender als die Erbauung unzweckmäſsig-combinirter Apparate, bei denen gewöhnlich ſammt dem Arbeitslohn auch die Materialien verloren ſind, und nicht blos das Kapital, ſondern auch das Zutrauen des Publikums zu einer nützlichen techniſchen Unternehmung dahin ſchwinden.

Wollen wir die Oelgas-Fabrikation mit der Steinkohlengas-Bereitung ins beſondere vergleichen, ſo zeigt die vorſtehende Tabelle auf eine auffallende Weiſe, daſs die HH. Taylor und Martineau ſich um die Gas-Beleuchtung ein nicht geringes Verdienſt erworben haben. Denn indem ſie die koloſſalen Kohlengas-Apparate durch compendiöſe und bequeme Oelgas-Apparate erſetzten, haben ſie die zu der Unternehmung erforderlichen Kapitalien auf den *vierten* Theil reducirt, den nöthigen Raum auf den *ſechſten* Theil,

die Handarbeit auf den *achten* Theil, die Gasreinigungs-Koſten auf 0, das Heitzmaterial auf 0, die Kapacität und man kann hinzuſetzen die Länge der Leitungs-Röhren auf den *dritten* Theil, endlich das Volumen der Gaſometer (welche von jeher den läſtigſten und anſtöſsigſten Theil der Steinkohlengas-Apparate ausgemacht haben) auf den *vierten* Theil. Ueberdem haben ſie, was nicht das Unwichtigſte iſt, ihre Apparate ſo zweckmäſsig eingerichtet, daſs ihre Nachbarſchaft niemandem läſtig wird, ſo daſs ſie ihre Gasbereitungs-Anſtalten mitten in der Stadt aufbauen können, wodurch die mit dem Eingraben groſser Längen von Leitungs-Röhren verbundenen Koſten, Ungemach und Zeitverluſt erſpart werden.

Aus dem in engliſchen öffentlichen Blättern gegen und für die Beleuchtung durch Oelgas mit groſser Hitze geführten, ſehr wortreichen Streite, leuchtet wenigſtens Eine Wahrheit hell hervor, daſs nämlich die ſich ausbreitende Einführung der Oelgas-Beleuchtung dem Intereſſe derer zuwider ſey, welche in Kohlengas-Werken betheiligt ſind, und ihnen, wie man zu ſagen pflegt, ein Dorn im Auge iſt. Für die Wiſſenſchaft hat man durch dieſen Streit nichts gewonnen, denn nicht Wahrheitsliebe, ſondern nur merkantiliſcher Speculationsgeiſt führte ihn. Ein Paar Provinzial-Chemiker haben bei dieſer Gelegenheit, von einer Kohlengas-Compagnie aufgefordert, einige photometriſche Verſuche gemacht, ſolche zu möglichſt unvortheilhaften Reſultaten für das Oelgas gebracht, und darüber Flugzettel drucken laſſen, denen man im ganzen Lande auf alle mögliche Weiſe,

(das Anheften an den Straſsenecken vielleicht ausgenommen) die gröſste Publicität gegeben hat. Ohne weder in die Wahrheitsliebe noch in die Genauigkeit der erwähnten Chemiker den geringſten Zweifel ſetzen zu wollen, ziehe ich aus ihren Verſuchen nur den einfachen Schluſs: daſs es ihnen nicht gelungen war in ihrem kleinen, dazu beſonders erdachten, Apparate ein gutes Oelgas zu bereiten *).

In Amerika hatte man ſchon vor einiger Zeit beſchloſſen Gaslicht im Groſsen einzuführen, und da man bei dieſen Widerſprüchen nicht wuſste, ob dem Steinkohlengas oder dem Oelgas der Vorzug zu geben ſey, einen geſchickten Ingenieur abgeſendet um die beſten Gaswerke in England und Schottland zu bereiſen. Auf ſeinen Bericht hat er vor acht Tagen Auftrag bekommen, ſofort bei den HH. Taylor's die nöthigen Apparate zu beſtellen, um die Stadt New-York ohne weiteres Bedenken mit Oelgas zu beleuchten. Bei dieſer Gelegenheit hat man zum erſten Male Oelgas und Steinkohlengas von groſsen benachbarten Gaswerken in Röhren in ein und daſſelbe Zimmer geführt, und mit beiden vor einer Verſammlung von Chemikern und Phyſikern, bei der ich ſelbſt zugegen

*) Wahrſcheinlich hat hier Hr. Preuſs unter andern die Verſuche der HH. Herapath und Rootſey in Briſtol im Auge, welche in Tilloch's Magazin erſchienen ſind, und die ich meinen Leſern im Auszuge vorzulegen im Begriff war als ich den gegenwärtigen Auſſatz erhielt, [in der That auch unter III kurz zuſammengedrängt beifüge, um keiner Parteilichkeit gegen das Steinkohlengas geziehen zu werden]. *Gilb.*

war, unter der Leitung des verdienſtvollen Richard Phillips, eine Reihe zahlreicher Verſuche angeſtellt. Sie ſetzen es auſser Zweifel, daſs 1 Kub. Fuſs Oel-Gas ſo viel Licht giebt als 3½ Kub. Fuſs Steinkohlen-Gas. Meine im vorigen Jahre erhaltenen Reſultate werden alſo durch dieſe Verſuche vollkommen beſtätigt. Am Ende gegenwärtigen Monats wird darüber ein Aufſatz in einer unſerer erſten engliſchen gelehrten Zeitſchriften erſcheinen *).

London den 11ten October 1823.

No. 45 Charles Street City Road.

J. Preuſs.

*) Dieſes iſt durch Hrn Timothy Dewey von New-York, der dieſe Verſuche anordnete, im December geſchehn, und ich werde ſie meinen Leſern künftig ausführlich vorlegen. Als die Flammen ſo eingerichtet waren, daſs ſie gleiche Helligkeit gaben, wurden in 1 Stunde verzehrt von dem *Steinkohlengas* von ſpec. Gew. 0,4069 aus dem Imperial-Etabliſſement 4,85 K.F., und von dem *Oelgas* aus der Compagnie of the Bow 1,37 K.F. Ueberdem fand Hr. Dewey daſs 1 Gallon gereinigter Wallfiſchthran über 100 K.F. Oelgas giebt. . . „In bin vollkommen überzeugt, äuſsert ſich Hr. Ingen. Preuſs in ſeinem Briefe an mich, daſs Beleuchtung durch Gaslicht jede andere an Schönheit und gleichbleibender Helligkeit weit übertreffe, und Oelgas dem Steinkohlengas dabei überall vorzuziehn ſey, Gegenden ausgenommen, wo Oel und Thran theuer, Steinkohlen aber äuſserſt wohlfeil und überdem groſse Kapitale leicht zu haben ſind. Für ſolche würde ich Steinkohlen-Gaslicht anrathen, bei der Beleuchtung aber die gehörigen Vorkehrungen treffen, daſs die Luft, in welcher das Gas verbrennt, mit der Luft in den Zimmern, worin dieſes geſchieht, auſser Verbindung bliebe. . ." *Gilb.*

II.

Theorie der Beleuchtung mit künstlichem Lichte;

aus einer Vorlesung von

Hrn Clement-Desormes, Prof. d. techn. Chem. *)

Die Anstalten, welche sich in Paris gebildet haben, um die Schauspielhäuser und die Gewölbe der Kaufleute in den schönsten Theilen der Stadt mit Gas zu erleuchten, geben dieser Materie ein allgemeines Interesse.

Von allen Mitteln, welche wir besitzen uns Licht zu verschaffen, ist das Verbrennen das Einzige von dem wir wirklich Gebrauch machen. Gewöhnlich werden in dieser Absicht Wachs, Talg und Oele verbrannt.

Das Talg ist in Häutchen eingeschlossen, aus denen man es ausschmelzt, wobei es indeſs so stark erhitzt werden muſs, daſs diese Häutchen sich verkohlen; dann erst reiſsen sie, verringern aber durch Beimengung der Kohle die Güte des Talgs. Man sollte daher lieber die Häutchen durch Schlagen oder durch Zerdrücken zwischen Walzen zerreiſsen, um das Talg bei mäſsiger Wärme ausschmelzen zu können. Der Talg selbst ist eine Mengung von zwei verschiedenen Körpern, Stéarine und Elaïne; der erste ist fest, der zweite flüſsig.

*) Frei ausgezogen aus einem Pariser Blatt vom 19t. und 21st. December 1823 von Gilbert.

Da die Oelſamen einen ſehr ſtarken Druck verlangen, wenn aus der Rinde derſelben alles Oel herausgepreſst werden ſoll, ſo hat man auch hierbei die Wärme zu Hülfe genommen. Man bringt den Samen auf ſtark erhitzte Platten; ſie machen das Oel flieſsen, röſten aber zugleich den Rinde-artigen Theil des Samens, wodurch ſich dem Oele Kohlenſtoff und in der ſehr erhöheten Temperatur auch der Schleim des Samens beimengt. Um dem erſten Nachtheile vorzubeugen erhitzt man jetzt die Platten nicht unmittelbar durch Feuer, ſondern durch Waſſerdampf, und um den beigemengten Schleim abzuſondern verkohlt man ihn (?) durch Zuſetzen von etwas Schwefelſäure zu dem Oele, filtrirt es dann durch thieriſche Kohle, und wäſcht es mit Waſſer um die Schwefelſäure wieder fortzuſchaffen, welche die Lampen angreifen würde.

Es beſtehen aber 100 Theile

	Wachs	Stéarine	Elaïne	Leinöl	Harz
aus Kohlenſtoff	81,784	82,17	74,80	76,010	75,944
Waſſerſtoff	12,672	11,23	11,65	11,351	10,719
Sauerſtoff	5,544	6,32	13,55	12,635	13,337

Das Leinöl [und eben ſo jedes der andern ausgepreſsten Oele] zerſetzt ſich in der Hitze, und die drei in ihr ſich trennenden Grundſtoffe deſſelben vereinigen ſich theils wieder alle drei in andern Verhältniſſen, theils je zwei mit einander. Beim Deſtilliren deſſelben aus einer Retorte kann man ſo Eſſigſäure erhalten. Läſst man es Tropfenweiſe in einen eiſernen Cylinder fallen, der ſo ſtark erhitzt iſt, daſs er eben leuchtend wird, welches man mit „kirſchrothes Glühen" be-

zeichnet (bis etwa 600° C.), so zersetzt es sich, und die Grundstoffe desselben verbinden sich je zwei, der Sauerstoff mit einem Theile des Kohlenstoffs zum kohlensauren Gas, und der Wasserstoff mit sehr vielem Kohlenstoff zu dem Dampfe (?) den man *öl-bildendes Gas* nennt, weil es nach Art der Oele brennt*). Es scheint nach den Versuchen eines englischen Chemikers, daſs man bisher nicht die gröſst-mögliche Menge von Kohlenstoff, welche sich mit dem Wasserstoff verbinden kann, beachtet habe; er hat entdeckt, daſs der Wasserstoff noch eine gröſsere Menge als in dem ölbildenden Gase in sich aufzunehmen vermag, und die neue Verbindung *über-ölbildendes Gas* (*gas super-oléfiant*) genannt. Wie indeſs diesem auch sey, so ist wenigstens immer so viel gewiſs, daſs nur Kohlenstoff-enthaltendes-Wasserstoffgas zum Beleuchten brauchbar ist, und dieses um so mehr, einen je gröſsern Antheil Kohlenstoff es in sich schlieſst.

Wenn man Oel wie gewöhnlich in Lampen brennt, so steigt es in dem Dochte, wie in Haarröhrchen, nach der Flamme hinauf, in deren Nähe es eben so wie in einem glühenden Cylinder zersetzt wird; es erzeugt sich dort öl-bildendes und über-ölbildendes Gas, und diese Gase sind es, welche die Flamme und das Licht hervorbringen. Und gerade so geht es bei dem Verbrennen des Wachses und des Talgs her, nachdem sie durch die Hitze der Flamme geschmolzen sind.

*) Es ist ein wahres Gas, eine bleibend elastische Flüssigkeit, und wurde so genannt, weil es mit der Chlorine sich zu einer tropfbaren Flüssigkeit, welche dem Oele zu gleichen schien, verdichtete. *Gilb.*

. . . Das Kohlen-Wafserftoffgas, welches man durch Zerfetzung von Oel erhält, leuchtet weit ftärker als das, welches fich beim Deftilliren von Steinkohlen entwickelt; ein Litre vom erfteren giebt fo viel Licht als 3½ Litre vom zweiten, nach Verfuchen, die darüber in England gemacht find; auch ift jenes dichter als diefes.

Es verbrennen aber in Zeit von 1 Stunde folgende Mengen von Leuchtftoffen:

Wachs 8,40 Gramme in Lichten 10 auf das Kilogramme;
Talg 12,50 Gramme in Lichten 12 auf das Kilogramme;
Oel { 8 Gramme in den gewöhnlichen Reverberen in Paris;
30 Gramme in einer gewöhnlichen Argand'fchen Lampe.

Kohlen-Wafserftoffgas { 38 bis 40 Litres in jeder Gas-Mündung in England,
60 Litres in jeder Gas-Mündung wie man fie in Frankreich macht.

Den *Apparat*, worin man das Oel zerfetzt, um es in Kohlen-Wafserftoffgas zur Beleuchtung zu verwandeln, ift von dem Engländer Taylor erfunden, und folgendermafsen eingerichtet: Ein kleines Gefäfs (*cuve*) welches des Oels gerade fo viel fafst, als man zum Verbrauche während eines Tages in der Gas-Anftalt bedarf, fteht durch eine mit einem Hahn verfehene Röhre in Verbindung mit einem unter demfelben befindlichen fehr viel gröfseren Gefäfse, das zu ⅔ mit Oel angefüllt ift. Unter diefem gröfseren Gefäfse fteht auf einem Ofen der ringsum verfchloffene eiferne Cylinder, in welchem die Zerfetzung des Oels vor fich gehn foll, und in ihn geht aus dem gröfsern Gefäfse eine ebenfalls mit einem Hahne verfehene Röhre. Man bringt in den Cylinder (Ofen?) eine gewifse Menge Koaks

(d. h. verkohlte Steinkohlen, die durch das Feuer von allen ſchwefligen und ſublimirbaren Theilen befreit ſind), erhitzt ihn bis 600° C., und läſst dann aus dem gröſsern Gefäſse eine kleine Menge Oel in den Cylinder herab flieſsen, welche ſich mittelſt eines Trichters von bekanntem Inhalte mit Hahne meſſen läſst. So viel Oel aus dem gröſsern Gefäſse ausgefloſſen iſt, wird demſelben aus dem kleinen erſetzt, da es gut iſt daſs das Oel darin immer in gleicher Höhe ſtehe. Durch eine Röhre, die mitten aus dem eiſernen Cylinder in das gröſsere Gefäſs hinauf geht, und ſich unter dem Oele in demſelben endigt, ſteigen die Gasarten und Dämpfe, welche ſich aus dem eintröpfelnden Oele in dem Cylinder bilden, in dieſes Gefäſs hinauf. Beim Hindurchſteigen durch das Oel verdichten ſich die Dämpfe, die Gasarten aber werden durch ein gekrümmtes Rohr in den Gaſometer geleitet, der einer groſsen Glocke, die in einem ungeheuren Waſſerkübel ſteht, ähnlich iſt. Die Glocke iſt von Eiſenblech, innerlich und äuſserlich mit Theer überzogen, hängt, im Gleichgewichte erhalten durch das Gegengewicht, und hebt ſich deſto höher aus dem Waſſer heraus, je mehr Gas ſich darin anſammelt. Der Waſſerkübel iſt entweder Mauerwerk, oder von Holz, manchmal auch von Eiſenblech, welches bei weitem das beſte iſt. Die Gröſse der Glocke und des Waſſerkübels richtet ſich nach der Menge von Gas, welche die Anſtalt täglich liefern ſoll. Wie viel Oel aber täglich zerſetzt werden muſs, iſt leicht zu berechnen, da man z. B. weiſs, daſs für Paris auf jede Mündung, aus der das Gaslicht brennt, 60 Litre Gas in 1 Stunde zu rechnen ſind, und daſs 1 Kilogramm Oel 800 Litre Oelgas giebt.

Die Leitungsröhren des Gas gehören zu den Haupt-Auslagen einer Gas-Anſtalt. Mit Recht macht man ſie von Eiſen, doch iſt zur Leitung im Innern der Wohnungen das Eiſen unbequem, weil es minder biegſam als Kupfer und Blei iſt. In Gas-Anſtalten, welche Steinkohlen deſtilliren, darf man nicht Kupfer in die Nähe der Gaſometer bringen, denn das kohlenſaure Ammoniak und das Schwefel-Waſſerſtoffgas, die ſich beim Deſtilliren aus den Steinkohlen entbinden, greifen das Kupfer ſchnell an; man hat den Fall gehabt, daſs kupferne Röhren in Zeit von 3 Wochen zerfreſſen und durchlöchert wurden. In England macht man die Röhren im Innern der Zimmer aus Zinn, welches eben ſo biegſam als Blei iſt, und mehr zuſammenhält und ein beſſeres Ausſehn hat als dieſes Metall.

Man hat vorgeſchlagen das Gas zum Beleuchten nicht aus dem Oele, ſondern aus dem Leinſaamen ſelbſt zu bereiten, weil man dann die Koſten des Oelſchlagens erſparen würde. Dieſe Koſten betragen auf 100 Litre Leinöl zwar 10 Franken, man erhält aber zugleich für 10 Franken Oelkuchen, und es läſst ſich durch das Oelſchlagen alles Oel bis auf 2 oder 2½ Procent gewinnen; mehr bleiben in den Oelkuchen nicht zurück. Dagegen wird beim Deſtilliren des Samens auch der rinden-artige Theil zerſetzt, daher ſich verhältniſsmäſsig mehr kohlenſaures Gas als aus dem Oele, und dabei wie aus Holz ein an Kohlenſtoff ärmeres Kohlen-Waſſerſtoffgas entbindet, welches einen Theil der guten Wirkungen des ölbildenden oder über-ölbildenden Gas aufhebt. Ferner muſs man dann den Proceſs 4 oder 5 Mal täglich unterbrechen, um den Cylinder

aufs neue mit Samen zu füllen, welches mit Verlust an Zeit und an Wärme verbunden ist. Endlich muss auch, wenn man Oelsamen destilliren will, der Cylinder bedeutend grösser seyn, und wird (durch die sich bildende Essigsäure) angegriffen, so wie besonders die eisernen Platten, auf die man den Samen in den Cylinder bringt. Und alles dieses trägt zu der Vergrösserung der Kosten bei.

Mit viel reellerem Nutzen würde man *Harz* statt des Oels in den Gaslicht-Anstalten zersetzen, da in Paris das Pfund Oel 12 Sols kostet, das Pfund Harz aber für 1 Sols zu haben ist, und beide ziemlich einerlei Bestandtheile haben. Dasselbe gilt von *thierischen Fetten*.

Zu den *tragbaren Gaslampen*, die man eingerichtet hat, ist allein Gas aus Oel zu gebrauchen; dass jedoch ihr Nutzen sehr gering ist, erhellet aus folgender Ueberlegung. Ihr Fuss muss schon eine ziemlich bedeutende Grösse haben, um 6 Litres Oelgas zu fassen, und aus dickem Metall bestehn, wenn er bei dieser Grösse 150 Litres Oelgas aufnehmen, und also dem 25-fachen Luftdrucke widerstehn soll. Eine solche Lampe wird also sehr schwer. Und doch würde sie mit einer Lampen-Mündung, wie man sie in England braucht, höchstens 4, und wie man sie in Frankreich braucht, nur 2½ Stunde lang brennen, da jene 38 bis 40, diese 60 Litres Gas in 1 Stunde verzehrt.

Dass die Beleuchtung mit Gas weit heller und glänzender als die mit tropfbarem Oele ist, und dass mit diesem dieselbe Helligkeit zu erhalten weit mehr kosten würde, ist ausser Zweifel. Hat man aber bei dem Unternehmen Oel in Oelgas zur Beleuchtung zu

verwandeln, auch wohl auf *Geldgewinn* zu hoffen? Dieses ist es, was wir noch zuletzt untersuchen wollen.

Wir wollen die Berechnung für eine Oelgas-Anstalt machen, die täglich 3000 Mündungen mit Gas zu versehn hätte, also in Paris stündlich, so lange die Gaslampen brennten, 180000 Litres Oelgas bedürfte. Die mehrsten Gewölbe, Schauspielsäle etc. müssen während des Sommers 2 Stunden, während des Winters aber 6 Stunden erleuchtet werden, das Jahr über also im Mittel täglich 4 St.; es würde mithin eine solche Gasanstalt tägl. 720000 Litres Oelgas verbrauchen. Um nicht zu wenig zu rechnen, wollen wir für die Sonntage und Festtage nur 15 Tage im Jahre abrechnen, an welchen die Gaslampen nicht angesteckt werden, so bleiben als jährlicher Bedarf der Anstalt 350 × 720000, also 252 Millionen Litres Oelgas; und da 1 Kilogramm Oel 800 Litres Gas giebt, so wären in ihr jährlich 315000 Kilogramme Oel zu zersetzen. So viel Oel kostet außerhalb der Barrieren von Paris (100 Litres zu 75 Frank. gerechnet) 236250 Franken. Die Kosten der Steinkohlen zum Erhitzen der Cylinder, worin das Oel zersetzt wird, lassen sich auf 20000, und die Kosten der Verwaltung auf 30000 Franken anschlagen; der ganze Kostenbetrag würde also 286250 Fr. seyn. Die Einnahme von jeder Gaslampe ist jährlich 100 Fr., von den 3000 Lampen würde sie also 300000 betragen. Man sieht, daſs eine solche Anstalt nur einen sehr kleinen Ueberschuſs geben kann, der mit dem Kapitale, welches die Anlage gleich anfangs erfordern würde, und das man auf 400000 Frank. anschlägt, in keinem Verhältnisse steht. Hierbei sind indeſs die unvortheilhaftesten Sätze angenommen worden, und in der Ausführung würde sich ein bedeutender Vortheil ergeben *).

*) Daſs eine solche gar zu willkührliche Rechnung zu nichts Brauchbaren führen kann, fällt in die Augen. Desto mehr Dank verdient unser Landsmann, Hr. Ingen. Preuſs, der keine Mühe gespart hat uns in dem vorangehenden Aufsatze mit zuverläſsigen Nachrichten und genauen Berechnungen über diesen auch für Deutschland wichtigen Gegenstand zu versehn. *Gilb.*

III.

Resultate einiger vergleichenden Versuche mit Steinkohlengas und mit Oelgas;

von

WILL. HERAPATH, Esq., zu Bristol.

(Kurz ausgezogen von Gilbert.) *)

Die folgenden von den HH. Herapath und Rootsey zu Bristol gemeinschaftlich angestellten Versuche sollten entscheiden, welches der beiden Gase sich besser zum Beleuchten eigne, und welches das wohlfeilere Licht gebe, wenn 1000 Kub.Fuss Gas aus Steinkohlen für 15 Shilling, aus Oel oder Thran für 50 Shilling Sterling zu haben sind.

Das *Oelgas* wurde bereitet am 30st. Januar 1823 durch Zersetzung von 3 Pf. 14 Unz. 362 Gran Stockfisch-Thran (*Cod Oil*) in einer 3 Fuss langen stark erhitzten Retorte, worin sich ein 2′ 3″ langes, und 4″ weites eisernes Rohr und 47 Pfund Backsteine zur Vergrösserung der erhitzten Oberfläche befanden. Das Oel wurde in einem sehr dünnen Strom, doch etwas schneller als bei blossem Tröpfeln, hineingelassen. Es entstanden 11 Unz. 424 Gr. (oder etwa ein Fünftel) Kohle in den verschiedenen Theilen des Apparats, und 44,2 Kub.Fuss Gas vom spec. Gew. 0,876, (welche also 2 Pf.

*) Vergl. oben S. 147. Der Auff. wurde im Mai 1823 geschrieben. Dass Hr. Herapath (Tilloch B. 52 S. 286) gefunden haben will, der Döbereiner'sche Versuch gelinge, bei einer Temperatur der Gasarten von 55° F. nur dann, wenn das Platin bis 98° F. erhitzt sey, dient wenigstens nicht, das Urtheil des Hrn Ingen. Preuss am eb. a. O. zu entkräften. (Vgl. S. 103.) *Gilb.*

14 Unz. 277 Gr. wogen); auf das Waſſer und die Eſſigſäure wurde nicht geſehn. Das Gas ging unmittelbar aus der Retorte durch ein mit Eis umlegtes Schlangenrohr in eine Vorlage (*oil joint*), worin ſich das verflüchtigte Oel abſetzen konnte, und dann ſogleich in den Gaſometer. — Das *Steinkohlen-Gas* erhielten ſie von dem Haupt-Reſervoir der Steinkohlengas-Compagnie, da alle Gaſometer der Temple-Backs-Station zugedreht waren. Die Tonne Steinkohlen wird contractmäſsig der Geſellſchaft für 7 Shill. 9 Den. geliefert, und giebt 5- bis 7000 Kub.Fuſs Gas. Dieſes Steinkohlen-Gas hatte das ſpec. Gewicht 0,5433.

Es dienten zu den Verſuchen über das *Licht* der beiden Gaſe zwei ähnliche Gaſometer, die jeder 1¼ K.F. Gas faſsten, in $\frac{1}{100}$tel K.Zoll genau eingetheilt waren, und mit 1 K.F. Gas gefüllt wurden. In beiden waren alſo beim Aufdrehen der Hähne der Druck und alle andern Umſtände völlig gleich. In Verſuch 1 und 2 brannte das Steinkohlengas aus 15 gewöhnlichen, das Oelgas aus 15 feinen Löchern; in Verſ. 3 und 4 brannten beide aus 12 gleich groſsen Löchern. In Verſ. 3 und 5 adjuſtirten ſie die Lichter ſo, daſs ſie in gleichen Entfernungen gleiche Schatten warfen, und ſchätzten nach der Menge des verzehrten Gas ihren relativen Preis: in Verſuch 2 und 4 brannte dagegen jedes Gas, nach ihnen, auf die vortheilhafteſte Art, d. h. mit ſo hoher Flamme als es möglich war ohne daſs Rauch erſchien, und das Steinkohlen-Licht wurde der Ebne, worauf der Schatten fiel ſo lange näher gerückt, bis beide Lichte gleichen Schatten gaben; das Quadrat ihres Abſtandes von dieſer Ebene gab das Verhältniſs ihrer Helligkeiten, welchem direct, und der Menge des verzehr-

ten Gas verkehrt, der Werth des Gases proportional war. Leslie's mit Aetherdampf gefülltes Photometer erwies sich ihnen als kein sichereres Mittel die Helligkeit zu beurtheilen, als das bloſse Auge. Die Argand'sche Lampe, mit deren Flamme die Gasflammen in Vers. 5 verglichen sind, hatte eine innere Weite von $\frac{6}{10}$ und einen Docht von $\frac{8}{10}$ Zoll Durchmesser, und die Gasometer und Brennöffnungen wurden mit einander vertauscht.

Versuch mit Gas aus		Höhe der Flamme engl. Zoll	Dauer des Brennens	Verzehrte Gasmenge Kub. Fuſs	Abstand der Flamme v. Schatt. e. Zoll	Also relativer Werth derselb.
1.	St. kohl.	3,5	11′ 9″	1,000	gleich	1,00
	Oel	2,5		0,445		2,24
2.	St. kohl.	3,75	12 4	1,00	54	1,00
	Oel	2,75		0,51	58	2,26
3.	St. kohl.	3,5	16 47	1,000	gleich	1,00
	Oel	2,4		0,435		2,30
4.	St. kohl.	3,5	16 45	1,00	66½	1,00
	Oel	2,6		0,45	68	2,32
5.	St. kohl.	3,3	16 58	1,00	gleich	1,00
	Oel	2,1		0,42		2,38
	Arg. L.	1,8		158 Gr. Oel		

Also im Mittel aus 5 Versuchen 1 : 2,24. *)

Diese Versuche wurden am 27 Febr. wiederholt öffentlich, so weit die Zeit es erlaubte, vor einem wissenschaftlichen Publikum. Das Oel wurde wieder in demselben Apparat, aber bei minderer Hitze als das erste Mal zersetzt, indem er nur schwach rothglühte. Es blieb $\frac{1}{8}$ des Oelgewichts Rückstand als Kohle, und auf die Gallon entstanden 83½ K.F. Gas vom spec. Gew. 0,902, welche gleich sind 85,9 K.F. vom spec. Gewicht 0,876, bei welchem der vorige Versuch 86,9 K.F. Gas auf die Gallon gegeben hatte. Was man also an *Dichtigkeit* des Gas gewinnt, wenn man bei niedrigerer

*) Vergl. S. 148 und S. 152. *G.*

Hitze arbeitet, verliert man an *Menge* des Gas. Das Resultat war wie bei den vorigen, dafs 1 K.F. Oelgas und $2\frac{1}{4}$ K.F. Steinkohlengas gleiche *Helligkeit* gaben.

Von 10 aus der Gesellschaft, welchen man beide Gasarten wo sie aus den Oeffnungen entweichen zu *riechen* gab, ohne dafs man ihnen anzeigte welches Gas es sey, urtheilten 3, das Oelgas rieche am unangenehmsten. Steinkohlengas könne also, glaubt Hr. Herapath, nicht so gar viel schlechter als Oelgas riechen, als man vorgespiegelt habe; es rieche wie Naphthaline, die mit ein wenig Schwefel-Wafferstoff und Schwefel-Wafferstoff-Ammoniak verbunden ist, Oelgas dagegen wie eine Lampe, die nach dem Ausblasen noch glimmt.

Die *Hitze* beider Flammen haben die HH. Herapath und Rootsey mittels dreier Zinngefäfse mit Deckeln und sehr concaven Böden, welche ein Quart Waffer fafsten, und in deren jedem 1 Pinte Waffer von 40° F. gegoffen war, verglichen. Diese wurden in gleichem Abstand über gleiche Flammen gestellt, und die Anzahl von Graden, um welche die Thermometer in dem Waffer in gleicher Zeit stiegen, für das verhältnifsmäfsige Maafs ihrer erwärmenden Kraft genommen. Gaben die Flammen in ungleichem Abstand gleiche Schatten, so reducirten sie sie auf gleiche Helligkeit, wie im vorigen Fall. Das Steinkohlen-Gas brannte aus 15 gewöhnlichen, das Oelgas aus 15 feinen Löchern; in Versuch 3 wurden beide mit der vorigen Argand'schen Lampe verglichen. Das Steinkohlen-Gas war vom spec. Gewicht 0,4675; das Oelgas hatte 3 Tage über Waffer gestanden, dabei 3 Procent an Raum verloren, und war vom spec. Gewichte 0,902 zu dem von 0,886 herabgekommen.

Verſuch mit d. Gas aus		Zeit-dauer	Der Flamme Höhe e.Zoll	Abſt. v. Schatt.	Erlangte Wärme-grade	Verzehrte Gasmenge e. K.F.	Berechng relativer Hitze
1.	St.khl.	10′57″	$3\frac{3}{4}$	$64\frac{1}{2}$ e.Z	120° F.	1,000	1,47 zu
	Oel	—	3	$64\frac{1}{2}$	85	0,515	1
2.	St.khl.	11 58	3	54	104	1,000	1,47 zu
	Oel	—	$2\frac{5}{6}$	48	84	0,495	1
3.	St.khl.	17 32	$4\frac{1}{4}$	gleich	96	1,00	1,31 zu
	Oel	—	$2\frac{1}{2}$	gleich	73	0,46	1
	Arg.L.	—	$1\frac{5}{8}$	gleich	42		0,57

Die Hitze welche das Steinkohlengas, ſolches Oelgas und Oel aus Samen gaben, ſtanden alſo nach dieſen drei Verſuchen zu einander in dem Verhältniſſe von 3 : 2 : 1.

Die Experimentatoren verſichern, nicht blos die 8 hier mitgetheilten, ſondern überhaupt 30 Verſuche mit Gaſen von verſchiedener Dichtigkeit und mit mancherlei Brenn-Mündungen, angeſtellt, und bei ihnen von ihrem Oelgas nie mehr als $2\frac{1}{2}$ Mal ſo viel Helligkeit als von gleichen Räumen Steinkohlengas wie man es käuflich haben kann, erhalten zu haben. Steinkohlengas, wovon ſie in einem kleinen Apparate aus $\frac{1}{4}$ Zentner Steinkohlen nur 50 K.F. übergetrieben hatten und Oelgas vom ſpec. Gew. 0,886, verhielten ſich in ihrer Helligkeit, wie ſie verſichern, wie 1 : $1\frac{1}{2}$; in London zeigte man dagegen Hrn Herapath einmal Oelgas das $3\frac{1}{2}$ mal heller als das Steinkohlengas ſeiner erſten Verſuchsreihe brannte. Solche Gaſe, meint er, taugen aber zu dieſen Verſuchen nicht, da ſie von denen die öffentlich verkauft werden verſchieden ſind. Und dieſe Bemerkung, fügt er hinzu, gilt auch von einer Reihe von Verſuchen, deren Reſultate der Committee des Unterhauſes vorgelegt worden ſind, und

nach welchem die Leuchtvermögen der beiden Gase sich wie $2\frac{3}{4} : 1$ verhielten. Denn da die spec. Gewichte derselben 0,96 und 0,43 betrugen, war ersteres um 6 Procent schwerer als das Mittel aus 9 verschiedenen Oelgasen mit denen Hr. Herapath Versuche gemacht hat, und letzteres leichter als das schlechteste Steinkohlengas, das ihm je vorgekommen sey. Das Mittel des spec. Gewichts von jenen 9 Oelgasen war 0,900, und von 8 von ihm gebrauchten Steinkohlengasen 0,500; (das des ölbildenden Gases ist 0,974, des leichten Kohlen-Wasserstoffgases 0,555) die relative Helligkeit beider war nach seinen Versuchen $2\frac{1}{2} : 1$.

Zu Folge seines vorhin mitgetheilten fünften Versuches giebt 1 Gallon Cachelot-Thran (*sperm-oil*), kostend 6 Shilling, eben so viel Helligkeit als 340 Kub.F. Steinkohlengas, kostend 5 Sh. 1 Den., und als 143 K.F. Oelgas, kostend 7 Sh. $1\frac{3}{4}$ D. Solche Versuche habe er, sagt Hr. Herapath, mehrentheils mit derselben, theils mit einer größern Argand'schen Lampe angestellt, und nach einem Mittel aus ihnen ergebe sich, daſs man gleiche Helligkeiten erhalte von

1 Gallon Cachelot-Oel kostend	6 Shillng
361 K.F. Steinkohlengas vom sp. Gew. 0,500, kostend	5 Sh. $4\frac{3}{4}$ D.
144 K.F. Oelgas vom specif. Gewicht 0,900, kostend	7 Sh. $2\frac{3}{4}$ D.

Nach den der Committee des Unterhauses vorgelegten Versuchen würde 1 Gallon Cachelot-Oel gleiche Helligkeit geben mit 131,9 K.F. Oelgas vom spec. Gewicht 0,900, kostend 6 Sh. 7 Den.

Ihre Versuche, meint Hr. Herapath, wären aber noch aus einem andern Grunde nicht beweisend. Ihr Steinkohlengas sey nämlich aus einem grossen Gasometer aus dem Haupt-Gasometer der Compagnie gelei-

tet worden, wo es etwas Naphtha, die zum Leuchten beiträgt, abgesetzt haben müsse, indeſs das Oelgas eine bedeutende Menge Oeldampf enthalten haben müsse. Es pflege von diesem mehr als man denkt zu enthalten; denn während die Helligkeit von Steinkohlengas nur in dem Verhältnisse der Dichtigkeit zunimmt, so geben von zwei Oelgasen vom spec. Gewichte 0,876 und 1,009 das letztere 25 Procent Licht mehr als in dem Verhältniſs der Dichtigkeiten. Und wenn man Oelgas in einer Kugel comprimire, so setze sich in ihrem Innern Oeldunst ab und bilde an den Wänden einen Thau. Noch eine Quelle von Ungenauigkeit sey das Beimengen von atmosphärischer Luft zum Oelgase beim Umfüllen; eine kleine Menge derselben zerstöre die leuchtende Kraft desselben groſsentheils.

Die Frage, „welches der beiden Gase zum Beleuchten vorzuziehn sey," beantwortet Hr. Herapath nun folgendermaſsen:

1. Die Zerstörung der Leitungsröhren erfolge durch Nässe, Schwefel-Wasserstoff und Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak bei dem Steinkohlengase schneller als bei Oelgas, da letzteres diese beiden Gasarten nicht enthält. Blos die Nässe wirke auf eiserne Röhren, und wo die Temperatur dieser so erniedrigt werde, daſs das Gas das in dem Gasometer aufgenommene Wasser nicht länger aufgelöst (?) erhalten könne, zeige sich ihre Wirkung vornämlich zu unterst, wo die Röhren lothrecht an ausgesetzten Orten ansteigen. Das Schwefel-Wasserstoffgas halte er dabei für unschuldig, da sich, nach Dr. Henry, das Steinkohlengas so reinigen lasse, daſs es davon nicht mehr als $\frac{1}{20000}$ seines Raumes enthalte, und keine andern Leitungsröhren als eiserne und kupferne durchfressen würde. Das Schwefel-Wasserstoff-Ammoniak aber scheine ihm an dieser schädlichen Wirkung bei Kupferröhren groſsen Antheil zu haben, da die im Innern von Kupferröhren sich findende Substanz als Schwefel-Kupfer und Ammoniak durch die Analyse erkannt werde. Kupferröhren seyen daher zu verwerfen und Röhren von Eisen, Zinn oder Blei vorzuziehn.

2. Was Gestank und nachtheilige Producte des Verbrennens betreffe, so müsse er behaupten, daſs beide Gase gleich unangenehm riechen, wenn sie unverbrannt entweichen. Beim Verbrennen bilden sich Wasser und Ruſs in groſser Menge und schwefligsaures Gas, alle diese Producte lassen sich aber leicht durch eine

Röhre, die man über der Flamme anbringt ableiten. Wenn nach Dr. Henry zusammengesetzt sind 100 Theile

	Oelgas vom spec.Gew.0,906	Steinkohlengas v. sp. Gw. 0,500
aus ölbildendem Gase	38	7 Thln
Kohlen-Wasserstoffgas	46,5	55,8
Wasserstoffgas	3,1	21,3
gasförmigem Kohlnstoffoxyd	9,3	11,1
Stickgas	3,1	4,6

und mit den beiden Brennöffnungen mit 15 Löchern, in 1 Stunde 2 K.F. Oelgas und 5 K.F. Steinkohlengas verbrennen, im Mittel des ganzen Jahrs aber man täglich 3½ Stunde lang künstliches Licht bedürfe; so verbrennen im Oelgas in jeder Stunde 440, im Steinkohlengas aber 944 Gran Wasserstoff, und bilden jene 396 Gran oder 9 Unzen und 33 Gran, diese 8496 Gran oder 19 Unzen und 183 Gran *Wasser*. .. Wenn Gas, wenn es brennt, in der Nähe *Russ* oder Kohlenstoff absetze, so sey das kein Fehler, sondern eine Vollkommenheit; denn da bekanntlich brennendes reines Wasserstoffgas gar nicht leuchte, so beruhe das ganze Erleuchtungs-Vermögen eines Gas auf Anwesenheit von Kohlenstoff. Wenn zu viel Gas im Verhältniss des Sauerstoffs zuströmt, so verbrennt nur der Wasserstoff vollständig, und ein Theil des Kohlenstoffs, den es aufgelöst enthielt, setzt sich unverbrannt als ein schwarzes Pulver ab. *Schweflige Säure* bildet Oelgas beim Verbrennen gar nicht, und Steinkohlengas nur höchst wenig, da Hr. Dr. Henry gezeigt habe, dass das auf gewöhnliche Weise gereinigte nur $\frac{1}{10000}$ seines Raumes Schwefel-Wasserstoffgas enthalte. Verbrennen jährlich 5500 K.F. Steinkohlengas aus den gewöhnlichen 15 Löchern, so sey davon nur ½ K.F. Schwefel-Wasserstoffgas und das könne nur 1½ Unzen schweflige Säure erzeugen.

4. Eine Eigenschaft mache, behauptet Hr. Herapath, das Oelgas zu öffentlichem Gebrauche minder geschickt als das Steinkohlengas, nämlich, dass es so leicht auszulöschen sey. Er habe es, sagt er, aus 9 Fuss Abstand ausgeblasen, als es aus den 15 feinen Löchern brannte. In windigen Nächten könnte daher leicht ein ganzer damit erleuchteter District in Finsterniss versetzt werden.

5. Als der normale Verkaufspreis lasse sich, wie er glaube, für 1000 K.F. Steinkohlen-Gas 15 Shilling, und für 1000 K F. Oelgas 50 Shilling nehmen. Wenn aber das mittlere specif. Gewicht des erstern 0,500 und des letztern 0,900 sey, (welches er der Wahrheit für sehr nahe halte), so sollten die Preise, dem Vorigen zu Folge, seyn 15 Sh. und 37 Sh. 6 Den. Wenn also von dem Oelgas, wie gewöhnlich, 1000 K.F. auf 50 Shilling zu stehn kommen, so sey es um 33⅓ Procent *theurer* als es im Verhältniss zum Steinkohlengas seyn sollte, nach der Lichtmenge die es giebt *).

*) Ein dem Resultate der Versuche der HH. Preuss, Philipps, Clement etc. ganz entgegengesetztes Resultat, zu dem die Andeutungen auf S. 139 die Erklärung geben dürften. *G.*

IV.

Eine Bemerkung über Gaslicht aus Oel und aus Steinkohlen,

als erläuternder Zusatz zu den drei vorhergehenden Aufsätzen;

von Gilbert.

Daſs wiſſenſchaftliche Verſuche, über die ein ſo umſtändlicher und im Ganzen genügender Bericht, als der vorſtehende, vorgelegt wird, durch welchen die Männer, die ſie angeſtellt haben, hinlänglich beurkunden, daſs ihnen die Einſichten nicht fehlten, die zur richtigen Anordnung und Beurtheilung ſolcher Verſuche nöthig ſind, — Glaubwürdigkeit haben, ſelbſt wenn die Fehlergränzen weiter auseinander lägen, als es bei denen der HH. Herapath und Rootſey der Fall iſt, — darüber werden meine Leſer mit mir einig ſeyn. Auch erklärt Hr. Ingenieur Preuſs ausdrücklich (S. 147), daſs er den Chemikern, welche Reſultate dieſer Art erhalten haben, keineswegs zur Laſt lege, daſs ſie ſchlecht experimentirt, oder etwas anderes ausgeſagt hätten als ſie fanden; nur ſey es ihnen nicht gelungen ein ſo vorzügliches Oelgas, als die HH. Taylor und Martineau, zu bereiten. Dieſes vorausgeſetzt hat eine Vergleichung der Verſuche und Notizen des Hrn Herapath, der ſeine Bereitungsart genau angiebt, mit der in den vor-

vom ſpec. Gewichte 0,886, eine Helligkeit gab die zu der dieſes Oelgas ſich wie 1 : 1½ verhielt, ſo muſste es auſserordentlich viel ölartige Theile enthalten, die aus dem durch die Erhitzung entſtehenden Steinkohlentheer dunſtförmig mit verflüchtigt wurde *) (denn ölbildendes oder über-ölbildendes Gas können ſich nicht im Anfange, höchſtens gegen Ende der Verkohlung, aus den Steinkohlen ſelbſt bilden). War das aber bei dieſem Verſuche der Fall, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daſs daſſelbe bei allen Bereitungen von Kohlen-Waſſerſtoffgas aus Steinkohlen in den Laboratorien der Chemiker mehr oder weniger geſchehn ſey, und daſs wir erſt bei der Entbindungs- und Reinigungs-Art des Kohlen-Waſſerſtoffgaſes, wie ſie in den groſsen Gasanſtalten vorgenommen werden, und dem langen Stehn des Gas über Waſſer, ganz *reines* künſtlich bereitetes Kohlen-Waſſerſtoffgas erhalten haben **).

Eben ſo auffallend iſt es, daſs das ſpec. Gewicht des Oelgas aus den von den HH. Taylor und Martineau angelegten Gaslicht-Anſtalten in London (0,94 bis

*) Vergl. meine Verſuche mit Gaslicht aus kienigem Holze, die in den früheren Bänden dieſer Annal. (B. 22. S. 72.) mehrmals erwähnt worden ſind; ich verbrannte bei ihnen das Gas ohne es zu waſchen oder mit Waſſer in Berührung zu bringen, in geringer Entfernung von dem ſtark glühenden Verkohlungsgefäſse, und es ſtand an Glanz und Helligkeit dem Oelgas ſchwerlich nach, führte aber ſtets ſichtbaren Dunſt mit ſich. *Gilb.*

**) Ich würde noch eine andere Vermuthung haben, wenn nicht das Steinkohlengas der Gasanſtalten dem von Hrn Herapath

0,965) so außerordentlich viel größer als das des Oelgas ist welches Hr. Herapath bereitet hat (0,876 bis 0,902 und im Mittel nur 0,900). Reines ölbildendes Gas hat nach Hrn Theodor de Saussure das spec. Gew. 0,9784. Hr. Herapath hatte nicht übersehn daß die erhitzte Oberfläche wenn Oel zersetzt werden soll möglichst zu vergrößern ist, und zu dem Ende Backsteine in seine Retorte gethan; die alten Chemiker brachten Sand in die Retorten in denen sie Oel und Fett zersetzen wollten. Hr. Clement giebt bei seiner Beschreibung des Apparats, worin die HH. Taylor ihr Oelgas bereiten an, es würden Koaks in die Retorte gethan; sein Ausdruck ist freilich von der Art, daß ich anfangs zweifelhaft bleiben konnte ob es nicht heißen solle *unter* die Retorte (also in den Ofen). Da indeß poröse Koaks tauglicher zum Zurückhalten und heftigen Erhitzen von Oel, das in einem schwachen Strom in die Retorte hineinrinnt, als Backsteine zu seyn scheinen; da es ferner bei der Bereitung eines möglichst hell leuchtenden Gases darauf ankömmt ein an Kohlenstoff möglichst reiches Kohlen-Wasserstoffgas durch die Zer-

bereiteten an Leuchtkraft bedeutend nachgestanden hätte. Bei der neuen von Hrn Clegg eingerichteten Art die Steinkohlen zu destilliren, kommen sie vollkommen trocken in den das Gas entbindenden Theil des Apparats. Sie auszutrocknen daran dachte man früher nicht; sind sie dieses aber nicht, so entsteht durch die Zersetzung ihres hygrometrischen Wassers in der Glühehitze zugleich mit dem Kohlen-Wasserstoffgas noch gasförmiges Kohlenstoffoxyd, dessen specif. Gewicht 0,957 ist. *Gilb.*

ſetzung des Oels zu bilden, indem dieſes Gas deſto ſtärker leuchtet, je mehr es des Kohlenſtoffs gebunden enthält; und da endlich die vortheilhafteſten Umſtände für eine ſolche Vereinigung möglichſt vielen Kohlenſtoffs mit denſelben das Entbinden von Waſſerſtoff oder Kohlen-Waſſerſtoff in Berührung mit geringem Kohlenſtoff iſt (und daraus beſtehn Koaks abgeſehn von dem Fremdartigen das beim Verbrennen als Aſche zurückbleibt); — ſo glaube ich, daſs Hr. Clement (der ſelbſt in England geweſen iſt und dort ſeine Notizen eingezogen hat) darin Recht hat, daſs man Koaks in die Retorten zur Bereitung des Oelgas thut; und darin hauptſächlich möchte ich den Grund ſuchen, warum die Hrn Taylor und Martineau ein Oelgas darſtellen, welches an Helligkeit das von Hrn Herapath bereitete ſo weit übertraf. Iſt wirklich je ein Oelgas vom ſpecif. Gewicht 1,009 vorgekommen, wie Hr. Herapath S. 163 behauptet, ſo muſs es entweder viel von den Dalton'ſchen über-ölbildendem Gas oder von Oeldampf in ſich geſchloſſen haben. Ich begnüge mich für jetzt mit dieſen wenigen Bemerkungen, indem ich in einem der folgenden Stücke Gelegenheit haben werde auf dieſen Gegenſtand zurück zu kommen.

V.

Beitrag zur Naturgeſchichte des Harmotoms,

von

Profector Dr. Wernekinck zu Gieſsen.

Der Kreuzſtein, welcher ſich in verſchiedenen Baſalt-Mandelſteinen der hieſigen Gegend findet, ſteht zwar den bekanntern Abänderungen an Auszeichnung und Gröſse der Kryſtalle ſehr weit nach, und iſt alſo für den Sammler höchſt unbedeutend; jedoch bot genauere Unterſuchung deſſelben manche ſowohl chemiſche als kryſtallogiſche Merkwürdigkeiten dar, und dieſe veranlaſste gegenwärtige Mittheilung.

Einige Stücke Baſalt-Mandelſtein aus dem *Vogelsberge*, die mir zugeſchickt wurden, machten mich zuerſt mit dem Kreuzſteine dieſer Baſalt-Bildungen bekannt. Ich fand darin mikroskopiſche vierſeitig-prismatiſche Kryſtällchen mit vierflächiger Zuſpitzung gegen die Kanten, welche ich für Kreuzſtein anſprach.

Bald darauf fand ich ähnliche, aber etwas gröſsere Kryſtällchen in ziemlicher Menge in dem Mandelſteine beim Dorfe *Annerode* und auch am *Schiffenberge*. Beide Plätze ſind 1 Stunde von Gieſsen, und ¾ Stunde von einander entfernt, und gehören zu einem Baſaltzuge, welcher als ein Auslaufer des Vogelsberges anzuſehen iſt.

Die Richtigkeit meiner Beſtimmung dieſer Mineralkörper wurde aber mehrfach in Zweifel gezogen.

Man wollte eine Abweichung ihres chemischen Verhaltens, von dem des Harmotoms darin gefunden haben, daſs ihnen nach Versuchen der Baryt-Gehalt völlig abgehe, und glaubte, dem zu Folge ein neues noch nicht bekanntes Fossil vor sich zu haben. Dieses veranlaſste mich die *chemische Untersuchung* des Minerals und zwar zuerst des von *Annerode* vorzunehmen.

1.

Es kömmt bei Annerode dasselbe zwar häufig genug vor, die Kryställchen sind aber so klein, und zudem so häufig mit Wad, Eisenoxyd-Hydrat und einem Bolus-artigen Körper überzogen, daſs es auſserordentlich schwer hält, eine gehörige Menge desselben zu gewinnen. Nur Kryställchen sammeln zu wollen, an welchen sich von Eisenoxyd-Hydrat und Wad keine Spur fände, darauf muſs man durchaus verzichten.

A. Um vor allen den Wasser-Gehalt zu bestimmen, wurden mehrere Glühungs-Versuche angestellt. Bei ihnen verloren durch ¼ stündiges Glühen 13,0156 Gran des blos an der Luft getrockneten Fossils 2,344 Gran an Gewicht; welchen Gewicht-Verlust, als Wasser angenommen, 18 von hundert betragen würde. Allein mehrere Versuche machten es mir wahrscheinlich, daſs der *so* getrocknete Harmotom noch etwas blos mechanisch gebundenes Wasser enthalte, der gefundene Wasser-Gehalt also zu groſs sey; und zugleich überzeugte ich mich, daſs schon ein sehr geringer Wärme-Grad selbst das chemisch gebundene Wasser wenigstens zum Theil verflüchtige.

Ich trocknete daher nun erst eine kurze Zeit lang

den Harmotom zwischen zwei etwas erwärmten Porzellan-Schalen, und glühte ihn alsdann. Dabei verminderte sich bei drei Versuchen

	13,2344 ;	10,625 ;	9,6563	Gran Harmetom
auf	10,938 ;	8,809 ;	7,95	Gran
d. i. um	17,3 ;	17,1 ;	17,68	pro Cent

Das arithmetische Mittel dieser drei Versuche giebt also auf 100 Theile 17,37 Theile Wasser.

Glühungs-Versuche mit Harmotom, der etliche Minuten auf einer schwach erwärmten Ofenplatte abgetrocknet worden war, ergaben folgendes:

Harmotom	12,047 ;	25 ;	9,1413	Gran
verminderten sich auf	10,0313 ;	20,8125 ;	7,5944	Gran
d. i. um	16,731 ;	16,75 ;	16,922	pro Cent.

Das arithmetische Mittel giebt auf 100 Gewtheile 16,801 Gwthle Wasser. — Ich glaube der Wahrheit mich am meisten zu nähern, wenn ich von beiden Mitteln das arithmetische Mittel, gleich 17,09, als den wahren *Wasser*gehalt annehme.

B. Von dem geglühten Anneröder Harmotom zerrieb ich 58,5 Gran zum feinsten Pulver, und erhielt sie mit 160 Gr. entwässertem kohlensaurem Kali, welches durchaus frei von schwefelsaurem Kali war, ½ Stunde lang im Platin-Tiegel in schwacher Rothglühhitze. Die Masse war ziemlich vollständig geflossen, zeigte an der Oberfläche Perlmutterglanz und spielte etwas ins Bläuliche. Sie wurde mit Wasser und Salzsäure behandelt, und löste sich darin auf mit Hinterlassung einer Kiesel-Gallerte. Durch Abrauchen bis zur staubigen Trockne und Wieder-Aufnehmen in Wasser und etwas Salzsäure, wurde die *Kieselerde*

als graues Pulver ausgeſchieden; ſie wog nach dem Glühen 37,4443 Gran.

C. Die Flüſſigkeit, von welcher die Kieſelerde getrennt worden war, wurde ſtark diluirt, und dann mit einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Natron verſetzt. Nach anhaltendem Umrühren erfolgte eine ſchwache Trübung. Was ſich zu Boden ſetzte wurde geſammelt und wog nach dem Glühen 0,4165 Gr. Fernere Prüfung dieſes Niederſchlages lehrte, daſs er aus ſchwefelſaurem Baryt beſtand; und folglich enthielt er 0,275 Gr. *Baryt.*

D. Nach Abſcheidung des Baryts wurde die etwas ſaure Flüſſigkeit in der Kälte, allmälig, unter ſtetem Umrühren, mit kohlenſaurem Natron bis zur Neutraliſation verſetzt. Der entſtandene bedeutende, völlig weiſse Niederſchlag, gab 15,0123 Gr. geglühter *Thonerde*, und 0,2 Gr. rothes *Eiſenoxyd.*

E. In der neutralen Flüſſigkeit von *D* bewirkte ſauerkleeſaures Kali eine Fällung von ſauerkleeſaurem Kalk; getrocknet wog derſelbe 11,8 Gr., und daraus wurden durch Glühen 4,7025 ätzender *Kalk* erhalten.

F. Die nach Abſcheidung des Kalks übrig bleibende Flüſſigkeit verſetzte ich mit kohlenſaurem Natron und kochte ſie damit. Dabei erſchienen in geringer Menge weiſsliche Flocken, die ſich aber bald braun färbten, und geglüht 0,218 Gran wogen. Mit Salzſäure übergoſſen löſten ſie ſich in ihr unter Entwickelung von Chlorin-Dämpfen bis auf etliche Flokken auf, welche geglüht 0,025 Gr. wogen, und ſich wie *Thonerde* verhielten; die Menge des *Manganoxydes* mit etwas *Eiſenoxyd* in der ſalzſauren Auflöſung beträgt alſo 0,193 Gran.

Die zur Analyſe angewandten 58,5 Gran ſind alſo zerlegt in:

Kieſelerde	37,4443	Gran
Thonerde	15,0123	
	0,025	(F)
Kalk	4,7025	
Baryt	0,2749	
Eiſenoxyd	0,2000	
Mangan- und Eiſen-Oxyd	0,193	
	57,852	

Sonach beſtände der Harmotom von Annerode in 100 Theilen aus:

Kieſelerde	53,07	Theilen
Thonerde	21,31	
Kalk	6,67	
Baryt	0,39	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,56	
Waſſer	17,09	
	99,09	

Dieſe Analyſe wurde mit 25 Gran wiederholt, und gab ganz ähnliche Reſultate, auſser daſs der Baryt-Gehalt etwas weniges gröſser, und der Kalk-Gehalt um weniges geringer ausfiel; da aber bei der Arbeit etwas verunglückte, ſo eignen ſich die Reſultate nicht dazu, mit den Reſultaten der erſten Unterſuchung zur Ausmittelung eines arithmetiſchen Mittels benutzt zu werden.

Ich ſuchte mir nun auch von dem *Schiffenberger Harmotom* eine gehörige Menge zu verſchaffen, um das Miſchungs-Verhältniſs deſſelben ebenfalls zu beſtimmen. Zwar kömmt dieſe Abänderung mitunter in etwas gröſsern Kryſtallen vor, aber auch in weit geringerer Menge, ſo daſs ich in allem nur 13,266 Gr.

in Kryſtällchen zuſammenbrachte. Dieſe 13,266 Gr. wogen nach halbſtündigem Glühen noch 11,2343 Gr., welcher Gewichts-Verluſt als Waſſer berechnet 15,3232 pro Cent anzeigen würde. — Von dem feinen Pulver dieſes geglühten Harmotoms wurden 11,0155 Gran durch Glühen mit der dreifachen Menge kohlenſauren Kalis zerlegt, und als bei der Analyſe derſelben der vorige Weg wieder eingeſchlagen wurde, ſchieden ſich daraus ab:

Kieſelerde ..	5,829	Gran
Thonerde	2,507	
Baryt	2,287	
Kalk	0,137	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,113	
	10,873	

Nach dieſen Reſultaten der Analyſe würde der Schiffenberger Harmotom in 100 Theilen enthalten:

Kieſelerde	44,79	Thle
Thonerde	19,28	
Baryt	17,59	
Kalk	1,08	
Eiſen- und Mangan-Oxyd	0,85	
Waſſer	15,32	
	98,91	

Dieſe Unterſuchungen weiſen alſo in beiden Foſſilien dieſelben Beſtandtheile nach, welche andere Chemiker in dem Harmotome von Andreasberg und Oberſtein auffanden. Auffallend und in vielfacher Beziehung merkwürdig iſt es allerdings, in demſelben kryſtalliſirten Mineral derſelben Gegend auf ſo groſse Abweichungen des Quantitativen der einzelnen Beſtandtheile zu ſtoſsen; indeſs finden wir auch ſchon Abweichungen um etliche Procente bei Vergleichung der be-

kannten Analyſen des Andreasberger und des Oberſteiner Harmotoms. Ein Beſtandtheil des Harmotoms, der in keinen der bisher zerlegten Abänderungen aufgefunden wurde, iſt der Kalk, welcher in beiden von mir analyſirten Abänderungen ſich findet. In der Anneröder Abänderung, deren Baryt-Gehalt ſo unbedeutend iſt, daſs er bei nicht ſorgfältiger Arbeit leicht überſehen werden kann, iſt der Kalk-Gehalt um vieles bedeutender als in der Schiffenberger Abänderung, welche dagegen einen viel bedeuteren Baryt-Gehalt hat. In der erſten Abänderung ſcheint alſo der Kalk zum Theil wenigſtens den fehlenden Baryt zu erſetzen.

2.

Schon früher wurde bemerkt, daſs der Harmotom zu Annerode ſich immer ganz deutlich *kryſtalliſirt* findet, wenn auch die Kryſtällchen ſehr klein ſind. Ich unterſuchte mit Aufmerkſamkeit an den vielen einzelnen Kryſtällchen, welche ich für die Analyſe ſammelte, die Kryſtall-Form und fand nie eine andere, als das *völlig quadratiſche* Prisma mit vierflächiger Zuſpitzung gegen die Kanten geſetzt. Die Seitenflächen des Prismas ſind ſich in aller Beziehung vollkommen gleich, ſie zeigen bei gleicher Ausdehnung keinen Unterſchied des Glanzes, auch bemerkt man nie eine Spur von Reifung auf ihnen.

Dieſe Bemerkung verdient vorzüglich beachtet zu werden, da bekanntlich die Meinungen der Mineralogen über die Kryſtalliſation des Harmotoms noch getheilt ſind. Hauy nahm das Syſtem des quadratiſchen Octaeders an; dieſer Annahme pflichteten viele

Mineralogen bei, andere widerſprachen ihr. Insbeſondere erklärte neuerlich Mohs die Kryſtalliſation des Harmotoms nach ſeiner Nomenklatur für prismatiſch, und läugnet alſo die Idendität der Flächen des vierſeitigen Prismas, und der Kanten der vierflächigen Zuſpitzung, indem er Hauy's Meſſungen der letzteren für unrichtig erklärt.

Die angeführten Beobachtungen ſcheinen der Hauy'ſchen Annahme das Wort zu reden. Man findet einzelne ſolche Prismen von bedeutender Länge, hingegen zuweilen auch andere Kryſtalle, die ganz das Anſehen eines Rauten-Dodekaeders haben. Nie nahm ich an einem einfachen Anneröder Kryſtalle die von Hauy mit *s* bezeichnete Fläche wahr. Lange ſuchte ich mit vieler Aufmerkſamkeit nach *Zwillings-Kryſtallen* beim Harmotom von Annerode, zum Theil auch um darin noch mit einen Beleg für meine mineralogiſche Beſtimmung zu haben, aber ich ſuchte vergebens. Erſt nachdem ich ſchon die chemiſche Unterſuchung beendigt hatte, fand ich zufällig an einem Stücke, welches viele Blaſenräume mit einfachen Kryſtallen von der oben beſchriebenen Form enthielt, auch einen kleinen Raum der Art mit etlichen wirklichen Zwillingen ausgekleidet, welche jedoch von den bekannten Zwillingen anderer Fundörter abweichen. Seit der Zeit ſind tiefere Lagen dieſes Baſalts durch einen Verſuch-Bau auf Braunkohlen mehr aufgeſchloſſen, und dabei haben ſich Zwillings-Kryſtalle mehrmals gefunden, jedoch ſind ſie immer noch ſehr ſelten; ein Mehreres darüber werde ich unten mittheilen.

Auch der *Schiffenberger* Harmotom kommt ſeltener in vollkommen gebildeten Zwillingen vor, jedoch

viel häufiger als der Anneröder, ſo daſs ich gleich beim Auffinden dieſer Abänderung auch ſchon Zwillinge bemerkte; Anlage zur Zwillings-Bildung findet man dagegen bei ihm oft genug.

Die *einfachen* Kryſtalle deſſelben ſind oft recht-eckig-vierſeitige Prismen, welche an den Enden durch zwei gegen die ſchmälern Seitenflächen geſetzten Flächen zugeſchärft ſind (ſ. Taf. II Fig. 1); auch zeigen dieſe Kryſtalle, anſtatt der Kanten *D*, mitunter die Flächen des quadratiſchen Octaeders in verſchiedenem Grade der Ausbildung. Wenn bei Andreasberger Harmotom einfache Kryſtalle vorkommen, ſo pflegen *die* Seitenflächen der Säule am meiſten erweitert zu ſeyn, welche in einer Zone liegen mit den Flächen *s*; hier ſind immer dieſe Seitenflächen der Säule die ſchmälſten.

Völlig quadratiſche Prismen mit vierflächiger Zuſpitzung kommen auch unter den Schiffenberger Kryſtallen vor, und ſtimmen dann ganz mit den Kryſtallen von Annerode überein. Unter den Prismen mit rein ausgebildeter vierflächiger Zuſpitzung bemerkte ich auch einzelne mit zwei gröſsern Seitenflächen.

Die Form anderer vorkommenden einfachen Kryſtalle verſinnlichet Fig. 2. Die Prismen, woran ſich eine dornartige Ausbildung ihrer Enden findet, ſind nie ganz quadratiſch, meiſtens etwas weniges rectangulär, um ſo mehr, je mehr die Flächen *s* ſich entwickeln.

Im Allgemeinen muſs ich noch bemerken, daſs die Flächen *s* da, wo ſie beſtimmter ausgebildet vorkommen, nie unter gleichem Winkel mit der Axenkante des quadratiſchen Octaeders gegen die Axe geneigt zu ſeyn ſcheinen, ſondern immer unter einem

ſpitzern, ſo daſs die Flächen des quadratiſchen Octaeders, wenn ſie in Combination mit den Flächen *s* vorkommen, nicht längliche Rauten, ſondern Trapeze bilden; in den beigefügten Zeichnungen wurde indeſſen darauf keine Rückſicht genommen. Bei den Andreasberger Kryſtallen haben die Flächen *s* mit den Kanten gleiche Neigung gegen die Axe; die Kleinheit der Schiffenberger Kryſtalle lieſs keine genaue Unterſuchung zu, ob die oben angegebene Abweichung der Neigung der Fläche *s* wirklich conſtant iſt, und ob mithin dieſe Fläche wirklich von der von Hauy angegebenen Fläche verſchieden iſt, oder nicht. Uebrigens glaube ich ähnliche Abweichungen der Neigung auch bei Schottiſchen Harmotom-Kryſtallen gefunden zu haben, wenn anders ſie nicht blos in einer unvollkommnen Ausbildung der Flächen begründet wären. Die an den Enden zugeſchärften Harmotom-Kryſtalle vom Schiffenberge ſind oft gröſser, als die übrigen Kryſtalle.

Die ausgezeichneteren Zwillings-Kryſtalliſationen vom Schiffenberge und von Annerode laſſen die Zwillingsbildung bloſs deutlich erkennen, wenn man ſie von oben her in der Richtung der Axe betrachtet. Ein meiſtens völlig quadratiſches Prisma zeigt an ſeinen Enden ein Kreuz, gebildet durch das rechtwinkliche Durchſchneiden zweier Kanten. Vom Durchſchnittspunkte aus erſtrecken ſich vier einſpringende Kanten zu den vier Seitenkanten des Prismas. Vorzüglich intereſſant wird dieſe Zwillings-Bildung in ihrem, wiewohl ſeltenen Vorkommen unter den Anneröder Kryſtalliſationen; auch zeigt ſie ſich ſo rein, ohne alle Andeutung der Flächen des quadratiſchen Octaeders

nur bei diesen. An keiner einfachen Krystallisation von Annerode fanden sich bisher die Flächen *s*, in dieser Zwillings-Bildung scheinen aber zwei Krystall-Individuen, denen die Flächen der Fig. 1 zukommen, in rechtwinklicher Durchwachsung. Der Mangel an Symmetrie, den die einfachen in dieser Durchwachsung auftretenden Formen zeigen, schwindet in der Zwillings-Bildung selbst völlig; sie erscheint durchaus symmetrisch gebildet. Durchaus symmetrische Bildung zeichnet die einfachen Krystalle von Annerode aus, wie wir früher sahen, und eben deswegen sind auch Zwillinge so selten; wo aber Tendenz zu unsymmetrischer Bildung sich hier hervorhob, da wurde sie gleich durch Zwillings-Bildung wieder ausgeglichen. Da meistens kein Streben zur Bildung rectangulärer Prismen eintrat, so können natürlich auch an den Kanten des Prisma keine Spuren von einspringenden Winkeln vorkommen. Selbst da, wo bei Anneroder Zwillingen dieser Art sich das rectanguläre Prisma bildet, bemerkt man an den Kanten desselben die einspringenden Winkel nicht; es hat dann also eine Verschiedenheit der Dimensionen der beiden durchwachsenen Krystalle Statt.

Hr. Weiss hat eine Zwillings-Krystallisation von Pentagonal-Dodecaedern des Schwefelkieses bekannt gemacht, wo die Kanten zweier Pentagonal-Dodecaeder in rechtwinkliger Durchwachsung erscheinen; die vorliegende Zwillings-Bildung zeigt in ihrer Art gewiss viele Analogie mit dieser des Schwefelkieses. An diesen Schwefelkies-Zwillingen zeigen sich alle Flächen einer einfachen aber symmetrischen Form vereint, deren Hälfte, das Pentagonal-Dodecaeder, in Be-

ziehung zum regulären Syſtem nicht ganz ſymmetriſch gebildet iſt. In den Zwillingen des Harmotoms finden wir alle Flächen einer Form, die ſich als quadratiſches Prisma an den Enden vierflächig zugeſpitzt, die Zuſpitzungs-Flächen gegen die *Flächen* des Prismas geſetzt, beſchreiben läſst; die einfachen Formen, aus welchen ſich ſolch ein Harmotom-Zwilling zuſammenſetzen lieſs, können ebenſalls, wenn auch nicht ſo rein, gewiſſermaſsen als Hälften der eben bemerkten Form gelten.

Die Schiffenberger Zwillinge, die den eben beſchriebenen von Annerode am nächſten kommen, zeigen bei den übrigen Flächen immer auch die Flächen des quadratiſchen Octaeders in geringerer oder gröſserer Ausdehnung. Je weniger die Octaeder-Flächen ausgebildet ſind, deſto deutlicher iſt die Zwillings-Bildung, je mehr erſt genannte Flächen ſich entwikkeln, deſto weniger auffallend findet man die Zwillings-Bildung. Fig. 4 und 5 verſinnlichen dieſs. Es kommen Kryſtalle vor, an welchen die Tendenz zur Zwillings-Bildung ſich blos noch als eine ſchwache Einkerbung der Endſpitzen des vierſeitig-prismatiſchen Kryſtalls zeigt, wir ſehen alſo hier in einer Reihe von Kryſtallen auffallende Zwillings-Bildung, blos durch allmäliges Ueberhandnehmen einzelner Flächen in Bildung einfacher Kryſtalle übergehen. Während auf der einen Seite das ſtarke Streben zu unſymmetriſcher Bildung in vorſtehender Zwillings-Bildung offenbar wird, ſehen wir auf der andern Seite, ſobald dieſes Streben zurücktritt, die Reſultate der bei der Kryſtalliſation in der Maſſe wirkenden Kräfte als einfache Formen auftreten.

Nur an zwei Zwillingen von Annerode bemerkte ich bisher Spuren der Octaeder-Flächen, die Prismen derſelben waren rectangulär.

Ferner finden ſich am Schiffenberge nicht ſelten Kryſtalle, wie ſie Fig. 6 zeigt; man könnte dieſe aus Fig. 2 und Fig. 5 zuſammenſetzen. In den Theilen der Zuſpitzungen des Kryſtalles, welche den Seitenflächen des Prismas näher liegen, offenbart ſich ein Streben zu unſymmetriſcherer Bildung als Fläche *s*, wobei auch gleich das Prisma ſelbſt rectangulär wird; an den Spitzen des Kryſtalls hat ſich aber, beim Streben zu unſymmetriſcher Bildung doch die Symmetrie wieder hergeſtellt, dieſe ſind Zwillinge.

Bei gröſserem Streben zu unſymmetriſcher Bildung erhält dieſe Kryſtalliſation die Fig. 7 verzeichnete Geſtalt. Ein Kryſtall, wie Fig. 1, der zuweilen jedoch an den Kanten *D* auch noch Theile der Flächen des Octaeders trägt, läſst neben ſeinen Endkanten Theile eines ähnlichen, aber viel ſchmälern Kryſtalls ſehn. Kryſtalle, die dieſen in der Form ſich nähern, fand ich auch einzeln zu Annerode; die Endkanten des kleineren Kryſtalls treffen aber nicht mit den Endkanten des gröſseren zuſammen, ſondern durchſchneiden meiſtens die Fläche *s* in ihrer Mitte; auch ſind die aufgeſetzten tetraetriſchen Theilchen immer viel gröſser, wie bei den Schiffenberger Kryſtallen.

Umgekehrt gleicht ſich das Streben zu unſymmetriſcher Bildung blos an den Anfängen der Zuſpitzungen aus. Nur unter den Schiffenberger Kryſtallen fand ich etliche mit dieſer Bildung. Die Flächen *s* halten in der Ausbildung meiſtens den Octaeder-Flächen das

Gleichgewicht; am Ende der Fläche *s* ſieht man einen kleinen tetraedriſchen Vorſprung, deſſen eine Fläche ein Theil der Seitenfläche des Prismas iſt, an dieſen Vorſprüngen pflegen ſich auch noch Spuren der Octaeder-Flächen zu finden; dieſe Kryſtalliſation erläutert Fig. 8.

Vergleicht man die beſchriebenen Kryſtallformen der beiden Harmotom-Abänderungen mit einander, ſo ergiebt ſich als Reſultat, daſs mit dem Auftreten der unregelmäſsigeren Bildungen beim Schiffenberger Harmotom, auch gröſsere Mannigfaltigkeit von Formen verknüpft iſt, während der Anneröder Harmotom blos in einer einzigen einfachen Geſtalt erſcheint, und auch keine weitere Mannigfaltigkeit in ſeinen Zwillings-Bildungen darbietet.

Die bisher beſchriebenen Zwillungs-Abänderungen ſtimmen ihrem Weſen nach mit den ſchon immer am Harmotom gekannten überein; ich komme jetzt noch zur Betrachtung einer regelmäſsigen Gruppirung von Harmotom-Kryſtallen, die ſich jedoch blos zu Annerode findet. Es kann aber dieſe Bildung freilich in dem Sinne, wie bisher von Zwillingen die Rede war, nicht als ſolche gelten, ſie erinnert an die bekannten der Staurolith- und Graubraunſtein-Kryſtalle.

Zwei quadratiſche an den Enden vierflächig zugeſpitzte Prismen von bedeutenderer Länge ſind in genau rechtwinklicher Durchwachſung, und zwar ſo, daſs ſich beide in ihren Kanten ſchneiden (ſiehe Fig. 9). Indeſs nur zuweilen ſieht man dieſe Bildung ganz, häufiger iſt Ausbildung der einen Hälfte durch das Aufwachſen verhindert, und dann ſtellen die Kryſtalle

gleichſam die beiden Schenkel eines Winkelmaſses vor, das mit dem Scheitel feſt aufſitzt.

Dieſe Gruppe giebt Aufſchluſs über eine andere mit ihr vorkommende, die die Fig. 10 darſtellt. Drei Kryſtalle von oben beſchriebener Form ſind in derſelben rechtwinklichen Durchwachſung, ſie befinden ſich in derſelben gegenſeitigen Stellung, wie die drei Axen des regulären Rauten-Dodecaeders. Die einzelnen Kryſtalle ſind zuweilen nur ſehr kurz, und pflegen dann immer den gröſsten Durchmeſſer zu haben; überhaupt gehörten die bedeutendſten Kryſtalle, die ich bisher zu Annerode fand, welche freilich nie die Dicke von $\frac{1}{3}'''$ erreichten, meiſtens zu ſolch einer mehr oder minder deutlich ausgebildeten Durchwachſung. Das Aufgewachſenſeyn hindert auch hier häufig, in gröſserm oder geringerm Grade, die Ausbildung des einen Endes eines oder zweier, auch wohl aller dreier Prismen; ich bemerkte aber Gruppen, die blos mit einer Kryſtall-Spitze aufgewachſen waren, und daher ſehr deutlich ihre ganze Bildung erkennen lieſsen. Ich ſah auch zwei ſolche Gruppen ſo an einander gelegt, daſs alle einzelnen Kryſtalle der einen Gruppe ſich der Länge nach an die der andern anſchloſſen. Beim erſten Anblick könnte man glauben, hier ſechs Kryſtalle mit den Flächen ihrer Spitzen an einander gewachſen zu ſehen, allein das Irrige dieſer Meinung zeigt ſchon die vorige Bildung. Zudem müſsten die Flächen der Endſpitzen des Prismas ſich gegen die Seitenkanten deſſelben unter einem Winkel von 135° neigen, oder mit andern Worten, die Grundkanten des beim Harmotom angenommenen

quadratischen Octaeders müsten 90° messen, wenn eine derartige Bildung dieser Gruppe mit den Gesetzen der Krystall-Bildung in Einklang stehen sollte.

3.

Die oben angegebenen Resultate der Analyse des Anneroder und Schiffenberger Harmotoms thun dar, daſs die auffallende Verschiedenheit der Krystall-Formen beider Abänderungen mit groſser Abweichung ihres chemischen Gehalts verbunden erscheint. Die Anneroder Abänderung gab in 100 Theilen nicht ½ Theil Baryt, während in der Schiffenberger 17 Theile Baryt in 100 Theilen aufgefunden wurden. Dürfte man hier wohl einen nähern Zusammenhang der chemischen Abweichung mit der in den Krystall-Formen vermuthen? Sind vielleicht das Erscheinen der unregelmäſsigeren Krystall-Formen und das bedeutendere Hervortreten des Baryt-Gehaltes zu einander in innigerer Beziehung stehende Erscheinungen? Beantworten lieſsen sich diese Fragen mit Bestimmtheit nur dann, wenn man eine gehörige Menge der dodecaedrischen Abänderung mit quadratischen Säulen vom Schiffenberge, und der Zwillinge von Annerode zur chemischen Annalyse erhalten könnte, wozu freilich vor der Hand noch keine Aussicht da ist.

VI.

E. F. F. Chladni
über die Hervorbringung der menſchlichen Sprachlaute.

a. Allgemeine Bemerkungen.

Bei meinen Unterſuchungen über die Hervorbringung der menſchlichen Sprachlaute hat ſich manches anders gezeigt, als es gewöhnlich iſt vorgetragen worden; es ſcheinen mir auch die bisherigen Anordnungen und Eintheilungen dieſer Laute nicht ganz der Natur gemäſs zu ſeyn; ich halte alſo nicht für überflüſſig, hier Einiges darüber zu ſagen, was bei der Hervorbringung dieſer Laute, meinen Beobachtungen zufolge, als weſentliches Erforderniſs, oder als willkührlich anzuſehen iſt, und wie dieſe Laute in Beziehung auf die Art ihrer Hervorbringung am ſchicklichſten zu ordnen und einzutheilen ſind. Da es hier nur darauf ankommt, ob ein Laut in irgend einer menſchlichen Sprache, beſonders in Sprachen gebildeter Völker vorkommt, ſo kann hier weder auf die deutſche Sprache, noch auf irgend eine andere, beſondere Rückſicht genommen, wohl aber mancher Laut, ſo weit es nöthig iſt, aus Sprachen, in denen er vorkömmt, erläutert werden.

Stimme nennt man die aus der Lunge durch den Sprachkanal ausgehende Luft, welche bei dem Durchzuge durch die mehr oder weniger geſpannten und

einander genäherten Kehlbänder in zitternde Bewegung gesetzt ist, (ungefähr so, wie die Hervorbringung des Klanges in den Röhrwerken der Orgel geschieht) *). Diese Stimme erhält nun durch mannigfache Hindernisse, welche sich in den übrigen Sprachwerkzeugen deren freiem Durchzuge entgegenstellen, die qualitativen Verschiedenheiten **), durch welche ein jeder *Sprachlaut* sich von dem andern unterscheidet. Zum Vernehmlichsprechen ist die Stimme nothwendig, aber zum Leisesprechen ist der Hauch ohne Stimme schon hinreichend. Bei den meisten Sprachlauten strömt die Luft durch den Mund aus, und nur bei den drei Consonanten, welche als Nasenlaute anzusehen sind, ist der Mund verschlossen, und die Luft nimmt ihren Ausgang durch die Nase.

*) Ueber die menschlichen Sprachwerkzeuge hier Mehreres zu sagen, würde überflüssig seyn, da man aus jedem guten anatomischen Lehrbuche sich davon unterrichten kann.

**) Worin nun das Wesen dieser qualitativen Verschiedenheiten bestehe, und was in dem fortleitenden Medium, es sey die Luft oder ein an die Zähne gesetzter Stab, oder sonst etwas, bei jedem Laute, ausser der allgemeinen Schwingung, besonders vorgehe, und wie die Theilchen dieses Mediums im Stande sind, einen jeden Laut gewissermassen nachzusprechen, davon wissen wir eigentlich gar nichts, und es würden sich hierüber zwar Ideenspiele vortragen lassen, aber nichts, dessen Richtigkeit durch Erfahrungen und Beobachtungen sich nur einigermassen nachweisen liesse. Da uns nun die Natur hier und auch in so vielen andern Dingen das Wesen der qualitativen Verschiedenheiten so hartnäckig verbirgt, so bleibt uns nichts anders übrig, als immer genauer zu erforschen, unter welchen Bedingungen sich die Erscheinungen auf die oder jene Art zeigen.

Alle Sprachlaute beruhen auf mannigfachen Oeffnungen, Verschliessungen und Verengungen der verschiedenen Sprachwerkzeuge. Sie werden in *Vokale* und *Consonanten* eingetheilt. Die erstern werden im Deutschen gewöhnlich: *Selbstlauter*, und die andern: *Mitlauter*, genannt; es sind aber beide Benennungen nicht recht passend, weil man die meisten Consonanten auch für sich, ohne Vokal, fortdauernd aussprechen kann; wie denn auch im Böhmischen und Polnischen die Consonanten *l* und *r* in mancher Sylbe die Stelle eines Vokals vertreten. Die von Einigen den Vokalen gegebene Benennung: *Stimmlauter*, ist auch nicht zu billigen, weil man jeden Vokal und die meisten Consonanten mit und ohne Stimme aussprechen kann. Ich werde also hier die ältern Benennungen: *Vokale* und *Consonanten*, beibehalten, da sie allgemein verständlich sind, und in Deutschland das Bürgerrecht erhalten haben.

B. Ueber Hervorbringung der Vokale.

Die *Vokale* entstehen durch mehrere oder mindere Oeffnung des Lippen- oder Gaumenkanals, oder auch beider zugleich. Es sind deren 10 vorhanden, außer noch einem den Vokalen etwas ähnlichen Laute, dem *Schwa*, von dem zu Ende der Lehre von den Vokalen weiter die Rede seyn wird. Da nicht für alle Vokale bestimmte Zeichen vorhanden sind, so werde ich, wenn zwei benachbarte Vokale gewöhnlich nicht auf verschiedene Art bezeichnet werden, den mehr offenen durch einen Gravis (`) und den mehr geschlossenen durch einen Acutus (´) bezeichnen, so wie es

im Französischen mit dem *è ouvert* und dem *é fermé* geschieht.

Wenn alle Theile der Sprachwerkzeuge weit geöffnet sind, erscheint der Vokal *a* *). Von diesem an gerechnet finden drei Reihen von Vokalen Statt, nämlich

I. durch *stufenweise Verengung des Lippenkanals: a, ò, ó, u.*

II. durch *stufenweise Verengung des Gaumenkanals: a, è, é, i.*

III. durch *stufenweise Verengung des Lippenkanals und des Gaumenkanals zugleich: a, ö̀, ö́, ü.*

Bei Hervorbringung dieser Vokale ist auch das verschiedene *Aufwärtsziehen des Kehlkopfes* zu bemerken, wovon man sich leicht wird überzeugen können, wenn man die Finger fest an die Kehle in die Quere anlegt. Bei der Hervorbringung des *a* wird der Kehlkopf aus seiner gewöhnlichen Lage schon merklich in die Höhe gezogen; bei den übrigen Vokalen der ersten Reihe: *ò, ó, u,* bleibt dessen Lage so, wie sie bei dem *a* ist; aber bei der zweiten Reihe: *a, è, é, i,* so wie auch bei der dritten Reihe: *a, ö̀, ö́, ü,* wird der Kehlkopf immer weiter in die Höhe gezogen, so dass in diesen beiden Reihen nicht blos eine stufen-

*) Die hebräische Benennung: *Patach*, ist also sehr der Natur gemäss, wegen der weiten Oeffnung aller Sprachwerkzeuge. Das *Kamez*, welches in Sprachlehren als ein langes *a* angesehen wird, mag sich wohl dem *ò* genähert haben, wenigstens sprechen es die neuen Hebräer, besonders die deutschen und polnischen, wie ein *ò*, oder auch wohl wie ein *ó* aus.

weiſe Verengung, ſondern auch eine ſtufenweiſe Verkürzung des Gaumenkanals Statt findet.

Manche dieſer Vokale, welche Mittellaute zwiſchen zwei andern ſind, hat man vormals mit Unrecht als Diphthongen angeſehen. Zu einem *Diphthong* wird erfordert, daſs zwei Vokale nach einander in einer Sylbe ausgeſprochen werden, wenn aber ein ſolcher Laut ſich mit Fortdauer ohne Veränderung ausſprechen läſst, ſo iſt es ein Vokal. So iſt z. B. *ü* ein Mittellaut zwiſchen *u* und *i*, und ein Vokal, aber *ui* (z. B. in dem Worte, *pfui*) iſt ein Diphthong.

Am deutlichſten werden ſich die 10 Vokale in folgendem Schema überſehen laſſen:



Die *erſte Reihe der Vokale* iſt alſo die, bei welcher *der Lippenkanal nach und nach verengert* wird. Die Oeffnung des Gaumenkanals, und die im erſten Grade aufwärts gezogene Lage des Kehlkopfes bleibt ſo, wie ſie bei dem *a* iſt. Die Stufen der Lippenverengung ſind folgende:

1) *a*,

2) *ò*, wo die Lippen einander etwas mehr, als bei dem *a*, genähert werden. Im Däniſchen wird es durch *aa*, und im Schwediſchen durch *å* ausgedrückt. Im Hochdeutſchen kommt es gewöhnlich nur

kurz vor, in Sylben, die ſich mit einem Conſonanten enden, z. B. in: *dort*, *offen*. Im Franzöſiſchen und andern damit verwandten Sprachen am gewöhnlichſten auch ſo, z. B. in: *homme*, *porter*; bisweilen auch länger, z. B. in: *ſauver*, *laurier*. In dieſen und vielen andern Sprachen wird dieſes ò durch kein beſonderes Zeichen von dem ó unterſchieden, auſser, daſs im Franzöſiſchen das *au*, wenn es nicht am Ende eines Wortes vorkommt, gewöhnlich dieſes ò ausdrückt.

3) ó, wie im Deutſchen in: *oben*, *homogen*, und im Franzöſiſchen in: *eau*, *opéra*. Die Lippen werden hier einander noch mehr, als bei dem ò, genähert, und etwas zugerundet, ſo daſs die Verkleinerung des Lippenkanals nicht blos in ſenkrechter Richtung geſchieht, ſondern auch die Ränder der Lippen an beiden Seiten ſich an einander legen.

4) *u*, welches im Franzöſiſchen durch *ou* (faſt wie im Griechiſchen durch *ov*), im Holländiſchen durch *oe* und im Engliſchen durch *oo* bezeichnet wird. Die Lippen werden hier mehr zugeſpitzt und deren Oeffnung theils in ſenkrechter Richtung, theils auch durch Zuſammendrückung der Lippenränder auf beiden Seiten noch mehr verkleinert, als bei Hervorbringung des ó. Wenn man die Lippen einander in ſenkrechter Richtung noch mehr nähert, als zur Hervorbringung des *u* erfordert wird, ſo geht es in den Conſonanten *w* über. Im Engliſchen kommt dieſes häufig vor.

Die *zweite Reihe der Vokale* beruht auf *ſtufenweiſen Verengungen der Gaumenöffnung*, wobei zugleich *der Kehlkopf* immer weiter *in die Höhe gezo-*

en wird. Die Lippenöffnung wird hierbei nicht ver-
ndert. Die Ordnung dieser Vokale ist folgende:

1) *a*,

2) *è*, wird im Französischen theils auf diese Art,
ieils durch *ai* bezeichnet; im Deutschen bisweilen
urch *ä*, bisweilen auch durch *e*, z. B. in den Wor-
n: *Pferd*, *etwas*. In den meisten Sprachen hat man
eine besondern Zeichen, um *è* und *é* zu unterschei-
en. Bei diesem Laute wird der Gaumenkanal durch
inige Hebung des Zungenrückens etwas verengert,
nd auch durch den zweiten Grad der Hebung des
ehlkopfes verkürzt.

3) *é*, wie in den Worten: *Hebe*, *hélas*. Bei die-
em Vokal wird die Zunge dem Gaumen noch mehr
enähert, als bei dem *è*, so daſs deren Ränder an den
eiten den Gaumen berühren, und der Kehlkopf wird
n dritten Grade gehoben.

4) *i*. Die Gaumenöffnung wird noch mehr ver-
igt, als bei dem *é*, indem die Ränder der etwas
nnenförmig gebogenen Zunge stärker gegen den Gau-
ien gedrückt werden; der Kehlkopf wird zugleich im
erten Grade in die Höhe gezogen. Wenn die Gau-
ienöffnung bei unveränderter Lage des Kehlkopfes
urch noch stärkeres Andrücken der Zunge gegen den
aumen noch mehr verengt wird, so geht dieser Vo-
al in den verwandten Consonanten *j* über. Im Fran-
ösischen findet sich oft ein solcher Uebergang, z. B.
i: *voyez*, *payer*.

Noch ist im Allgemeinen zu bemerken, daſs bei
ieser Reihe der Vokale, und auch bei der folgenden,
ie Verengungen der Gaumenöffnung nicht sehr weit

hinterwärts, ſondern ungefähr in der Mitte der Zunge und des Gaumens geſchehen. Manche Conſonanten, die als Kehllaute anzuſehn ſind, haben ihren Sitz viel weiter hinterwärts.

Bei den *Vokalen der dritten Reihe* wird *die Lippenöffnung und die Gaumenöffnung zugleich verengert*, und *der Kehlkopf* eben ſo, wie bei den verwandten Vokalen der zweiten Reihe, *in die Höhe gezogen*. Die Stufen ſind folgende:

1) *a*,

2) *ö̀*, kommt im Hochdeutſchen gewöhnlich nur kurz vor, in Sylben, die ſich mit einem Conſonanten enden, z. B. in: *öffentlich*, *Wörter;* im Franzöſiſchen aber mit längerer Haltung, z. B. in: *veuve*, *bonheur*, *ſoeur*. In dem Worte: *heureux*, findet ſich in der erſten Sylbe dieſes offene *ö̀*, in der zweiten aber das hernach zu erwähnende mehr geſchloſſene *ö́*, welche zwar einerlei Zeichen haben, aber doch ganz verſchiedene Vokale ſind. Im Italieniſchen, Portugiſiſchen und Spaniſchen kommt dieſer Laut, ſo wie auch das *ö́*, gar nicht vor; im Holländiſchen aber oft, wo beide durch *eu* bezeichnet werden. Im Däniſchen, Schwediſchen, und im Ungariſchen werden beide, eben ſo, wie im Deutſchen, durch *ö* bezeichnet. Bei dem *ö̀* iſt die Verengung der Lippenöffnung, wie bei dem *ò*, und die Verengung der Gaumenöffnung, nebſt der Hebung des Kehlkopfes, wie bei dem *è;* es iſt alſo als ein Mittellaut zwiſchen dieſen beiden anzuſehen, ſo wie es auch, eben ſo wie bei den übrigen Vokalen dieſer Reihe, in dem gegebenen Schema durch Querſtriche angedeutet iſt.

3) ö', ſo wie im Deutſchen in: *hören*, *öde*, und im Franzöſchen in: *jeu*, *adieu*. Die Lippenöffnung iſt wie bei dem ó, und die Gaumenöffnung nebſt der Hebung des Kehlkopfes, wie bei dem é; es iſt alſo ein Mittellaut zwiſchen dieſen beiden Lauten.

4) ü, welches im Franzöſiſchen und Holländiſchen durch *u*, und im Däniſchen und Schwediſchen durch *y* ausgedrückt wird. Im Spaniſchen, Portugiſiſchen und auch in der reinen Ausſprache des Italieniſchen findet ſich dieſer Laut nicht; wohl aber in manchen Dialekten des nördlichen Italiens, wo z. B. *natura* wie *natüra* ausgeſprochen wird. Lippenöffnung wird bei dieſem Laute eben ſo verengt, wie bei dem *u*, und die Gaumenöffnung eben ſo verkleinert, und der Kehlkopf in die Höhe gezogen, wie bei dem *i*; es iſt alſo ein Mittellaut zwiſchen dieſen beiden.

Auſser dieſen 10 Vokalen giebt es noch einen den Vokalen etwas ähnlichen kurzen Laut, das *Schwa*, deſſen aus dem Hebräiſchen entlehnter Name auch im Deutſchen von einigen der beſſern Schriftſteller beibehalten worden iſt. Am beſten möchte er ſich wohl durch einen Apoſtroph (') ausdrücken laſſen. Als ein eigentlicher Vokal kann er nicht angeſehen werden, weil er keiner Fortdauer fähig, ſondern nur ein kurz ausgeſtoſsener Hauch iſt, der mit einem ſehr kurzen ö' oder è einige Aehnlichkeit hat. Den Unterſchied zwiſchen einem kurzen ö' oder è und dem *Schwa* wird man aber leicht bemerken können, wenn man z. B. das lateiniſche Wort: *per* ausſpricht, wo zwiſchen dem *p* und *r* ein kurzes è iſt, und ſodann: *p'r*, wo zwiſchen beiden Conſonanten kein eigentlicher Vokal, ſondern ein Schwa iſt. Im Franzöſiſchen iſt das ſtum-

me *e*, in den Fällen, wo etwas davon gehört wird, ein solches Schwa, und im Deutschen ist der in vielen Worten vorkommende Laut, welcher gewöhnlich als ein kurzes *e* angesehen wird, auch nichts anderes. Wenn z. B. *Morgen* geschrieben wird, oder *Diener*, so ist die Aussprache eben so, als wenn man *Morg'n* und *Dien'r* schriebe. So wird auch im Englischen *Sir* nicht anders, als: *S'r*, ausgesprochen. Die Italiener lassen es in der Aussprache des Lateinischen stärker und öfter hören, als die Deutschen. Auch im Gesange, wenn eine Zeile, z. B. mit *amar* oder *morir* sich endet, wird man bei einiger Aufmerksamkeit fast immer dieses Schwa als ein kurzes Anhängsel des letzten Consonanten vernehmen können. Es scheint fast, als ob man es für nöthig halte, um der letzten Sylbe etwas mehr Resonanz oder Nachdruck zu geben.

C. Ueber die Hervorbringung der Consonanten.

Die *Consonanten* beruhen auf mancherlei Verschliessungen, Stemmungen oder Annäherungen der Theile, zwischen denen die ausgehende Luft durchgeht. Sie unterscheiden sich hauptsächlich dadurch von den Vokalen, dass bei ihnen in irgend einem Theile der Sprachwerkzeuge eine noch stärkere Verengung vorgeht, als bei einem Vokale Statt finden kann, wiewohl mit Ausnahme des *h*, welches man mehr für eine Aspiration, als für einen eigentlichen Consonanten halten könnte. Selbst die mit den Vokalen am meisten verwandten Consonanten, *w* und *j*, erfordern eine stärkere Verengung, als die mit ihnen verwandten Vokale, und zwar das *w* eine stärkere Lippenverengung, als das *u*, und das *j* eine noch

ärkere Gaumenverengung, als das *i*. Die meisten onsonanten können *weich* oder *hart* (gelind oder harf) ausgesprochen werden. Der Unterschied beeht darin, daſs die Verschlieſsung, Stemmung oder äherung der Theile bei den weichen Lauten mit weiger Kraft, und mehr allmählig, und bei den harten it mehr Kraft und mehr plötzlich eintritt oder aufehoben wird, und daſs bei letztern auch die Ausstoung des Luftstroms schärfer ist.

Die Hervorbringung der Consonanten, deren es, enn man Weichheit und Härte, nebst noch einigen Iodificationen, nicht mitrechnet, 15 giebt, kann gechehen

I. *Durch Verschlieſsung des Mundes und der Nase.* (*Verschluſslaute.*)

II. *Durch Verschlieſsung des Mundes bei offener Nase.* (*Nasenlaute.*)

III. *Durch Stemmung eines Theiles der Sprachverkzeuge an den andern*, wobei die Luft neben den egen einander gestemmten Theilen vorbei, oder zwichen ihnen hindurchgeht. (*Stemmlaute.*)

IV. *Durch Annäherung eines Theiles der Sprachverkzeuge an den andern*, so daſs der Luftstrom sich azwischen durchzwängen muſs. (*Zischlaute.*)

V. *Durch Zitterung gewisser Theile*, bei einer nnäherung, wie in Num. IV. (*Zitterlaute.*)

VI. *Durch einen bloſsen hörbaren Hauch. Hauchlaute.*)

In dieser Ordnung, bei welcher die Art der Herorbringung zum Grunde liegt, soll nun über die einelnen Consonanten das Nöthige gesagt werden, und war so, daſs bei Anordnung derer, welche zu einer

dieſer 6 Abtheilungen gehören, eine Stufenfolge von den äuſsern Spzachwerkzeugen zu den innern Statt findet. Man kann alſo die hier gegebenen 6 Abtheilungen als generiſche, und die Beziehungen auf die mehr nach Auſsen oder nach Innen befindlichen Sprachwerkzeuge als ſpecifiſche Verſchiedenheiten anſehen, und die Modificationen in Hinſicht auf die Weichheit und Härte, u. ſ. w. als Varietäten derſelben Species.

Die *erſte Abtheilung der Conſonanten* iſt alſo die, welche durch eine *Verſchlieſsung des Mundes und der Naſe gebildet wird.* Dieſe Verſchlieſsung kann, eben ſo, wie die ſpäterhin zu erwähnenden Stemmungen und Annäherungen, entweder nach einem vorhergegangenen Laute eintreten, oder vor einem nachfolgenden Laute aufgehoben werden, und dieſes Eintreten oder Aufheben geſchieht bei den weichen Lauten gelinder, und bei den harten mit mehr Schärfe. Mit jedem dieſer Mitlauter iſt einer der in der zweiten Abtheilung zu erwähnenden Naſenlaute verwandt. Die zu dieſer erſten Abtheilung gehörenden *Verſchluſslaute* ſind folgende:

1) *Lippenverſchluſslaut: b* und *p.* Hier werden die Lippen, ſo wie auch die Naſe verſchloſſen, und die übrigen Sprachwerkzeuge haben nichts damit zu thun. Die nächſte Verwandtſchaft hat dieſer Laut mit *m* und *w.* Der Unterſchied beſteht nur darin, daſs bei dem *m* die Naſe offen bleibt, und daſs bei dem *w* die Lippen nicht ganz verſchloſſen, ſondern einander nur ſo genähert werden, daſs ein ſchmaler Luftſtrom zwiſchen ihnen durchgehen kann. Oft wird das *b* mit dem *w* verwechſelt; im Neu-Grie-

chiſchen wird das *β* ganz wie ein *w* ausgeſprochen, eben ſo auch das *b* in manchen ſpaniſchen Worten, und in Deutſchland iſt es auch bei einer nicht ganz richtigen Ausſprache mancher Worte ſehr gewöhnlich.

2) *Gaumenverſchluſslaut:* *d* und *t*. Der vordere Theil der Zunge wird an den vordern Gaumen ſo angedrückt, daſs der Mund dadurch verſchloſſen wird. Ob nun dieſes mit der aufwärts gebogenen Spitze der Zunge geſchieht, oder mit einem etwas hinter denſelben befindlichen Theile, wobei die Spitze an die obern oder untern Zähne angelegt werden kann, iſt für die Wirkung einerlei. Wenn bei derſelben Verſchlieſsung des Gaumen die Naſe offen bleibt, wird ein *n* daraus.

Eine merkwürdige Abänderung des *d* und *t* iſt das engliſche harte und weiche *th*, zu deſſen Hervorbringung auſser dem Anlegen der Zunge an dem Vordergaumen auch erfordert wird, daſs die Spitze der Zunge nebſt dem Rande der Unterlippe an die Zähne gelegt werde. Im Neu-Griechiſchen wird auch das *Delta* ungefähr wie das weiche engliſche *th*, und das *ϑ* wie das harte *th* ausgeſprochen. Zur Uebung in der Ausſprache können die Worte: *δόξα τοῦ ϑεοῦ*, am beſten dienen, weil da erſt das weiche *th*, ſodann das gewöhnliche *t*, und hernach das harte *th* auszuſprechen iſt.

3) *Kehlenverſchluſslaut:* *g* (wie in den franzöſiſchen Worten: *garçon*, *guérir*, *gourmand*), und *k*, welches letztere in einigen Sprachen vor *a*, *o* und *u* durch *c*, und vor *e* und *i* durch *qu*, und im Italieniſchen durch *ch* ausgedrückt wird. Bei dieſen Lau-

ten, *g* und *k*, wird der hintere Theil der Zunge an den hintern Theil des Gaumen gedrückt, und dessen Oeffnung, so wie auch der Nasenkanal, verschlossen. Wenn dieser offen bleibt, so hört man bei derselben Verschliessung des Hintergaumens den Nasenlaut: *ñ*, von dem in der folgenden Abtheilung unter No. 3. weiter die Rede seyn wird. Der weiche Laut *g* wird in manchen Gegenden Deutschlands sehr unrichtig wie ein *j* ausgesprochen, und in einigen andern wieder zu hart, fast wie ein *k*. Manche sprechen ihn, eben so unrichtig, wie das gutturale *ch* aus.

Die hier beschriebenen Verschlusslaute sind schlechterdings keiner Fortdauer fähig, und werden auch deshalb: *stumme Consonanten*, genannt. Alle übrigen Consonanten können aber, auch ohne Vokal, so lange fortdauern, als der Athem es verstattet.

Bei der *zweiten Abtheilung der Consonanten wird der Mund verschlossen*, und *die Nase bleibt offen*, so dass die Luft durch diese ausströmt; sie können also am besten durch den Ausdruck: *Nasenlaute*, bezeichnet werden. Personen, deren Gaumenvorhang und Zäpfchen durch Krankheiten beschädigt ist, so dass etwas Luft nebenher in die Nase geht, können die vorher beschriebenen Verschlusslaute nicht gehörig aussprechen. Dieses nennt man mit Recht: *durch die Nase reden.* Wenn aber die Nase bei einem heftigen Schnupfen verstopft ist, so wird man die Nasenlaute, von denen hier die Rede ist, nicht gut, und nicht mit einiger Fortdauer aussprechen können, weil die Luft keinen Ausweg durch die Nase hat, und nur ein kleiner Theil davon in den hintern Theil des Nasenkanals gepresst werden kann. Dieses nennt man

auch gewöhnlich: *durch die Naſe reden*, es würde aber richtiger ſeyn, zu ſagen: *ohne Naſe reden.*

Die zu dieſer Abtheilung gehörenden Conſonanten ſind folgende:

1) *Lippennaſelaut*: *m.* Die Lippen werden eben ſo verſchloſſen, wie bei dem *b* und *p*, aber die Naſe bleibt offen.

2) *Gaumennaſelaut: n.* Hier wird der Mund eben ſo, wie bei dem *d* und *t*, durch Andrückung des vordern Theils der Zunge an den vordern Theil des Gaumen verſchloſſen, aber die Naſe bleibt offen.

Das *nn* oder *n̄* (*n con tilde*) der Spanier, das *nh* der Portugieſen und das *gn* im Franzöſiſchen und im Italieniſchen ſind nichts anders, als eine Verſchmelzung des *n* mit einem ſchnell darauf folgenden Mittellaute zwiſchen *i* und *j.*

3) *Kehlennaſenlaut*: *ñ*, wird öfters durch *ng* bezeichnet; nur muſs man ſich dabei nicht etwa zwei aufeinander folgende Laute, *n* und *g*, vorſtellen, ſondern einen dieſen etwas ähnlichen Conſonanten, welcher ſich auch ohne Vokal mit Fortdauer ausſprechen läſst. Ich bezeichne ihn hier, wie ſchon von Einigen geſchehen iſt, durch *ñ.* Der Hintergaumen wird durch den hintern Theil der Zunge eben ſo verſchloſſen, wie bei dem *g* und *k*, aber die Naſe bleibt offen. Im Deutſchen findet ſich dieſer Laut nur vor *g* und *k*, z. B. in *eng*, *Anker*, *ſingen;* im Franzöſiſchen aber auch vor andern Conſonanten, z. B. in *ombre*, *enfer*, *ainſi*, *onze.* Im Portugiſiſchen kommt es auch häufig vor, z. B. in Endungen auf *ão* und deren Plural, und in denen, wo er durch *m* ausgedrückt wird, z. B.

assim, nenhum. Immer kommt er in diesen Sprachen am Ende einer Sylbe vor, aber im Piemontesischen, welches nicht sowohl als ein Dialekt, sondern vielmehr als eine eigene Sprache *) anzusehen ist, kommt dieser Laut auch bisweilen zu Anfange einer Sylbe vor, z. B. in: *Carolina*, welches auszusprechen und abzutheilen ist: Ca-ro-li-ña **). Eben so wird aus *regina* gemacht: *resiña* (mit einem sehr weichen *s*), wo die Abtheilung in Sylben seyn muss: *re-si-ña.* In einigen Ostindischen Sprachen oder Dialekten fangen sich auch Worte und Sylben mit diesem Laute an.

Die *dritte Abtheilung der Consonanten* wird *durch Stemmung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern* hervorgebracht. Bei diesen findet nur eine theilweise Verschliessung Statt, indem die Luft neben oder zwischen den gegen einander gedrückten Theilen durchgeht. Die hieher gehörenden Laute, welche ich *Stemmlaute* nenne, sind

1) *Lippenstemmlaut: f.* Die natürlichste Art diesen Laut hervorzubringen ist, wenn der Rand der untern Lippe so gegen die obern Zähne gestemmt wird, dass der Luftstrom sich durch die Zwischenräume der Zähne drängen muss. Auf weniger natürliche Arten läst er sich auch durch Anstemmung des Randes der Oberlippe gegen die untern Schneide-

*) Es giebt eine Grammatik dieser Sprache von Pipino, sie ist aber sehr selten.

**) Wahrscheinlich liegt der Grund, warum man sagt: die *Carolinger*, die *Merowinger*, in einer ältern Aussprache dieser Art.

zähne hervorbringen, oder auch, ohne die Zähne zu Hülfe zu nehmen, dadurch, dafs man die Lippen fo aneinander drückt, dafs die Luft in der Mitte, oder an einer Seite, durch eine enge Oeffnung fich herausdrängt, ungefähr fo, als ob man blafen wollte.

2) *Zungenftemmlaut: l.* Das wefentlichfte Erfordernifs zur Hervorbringung diefes Lautes ift, dafs der vordere Theil der Zunge auf irgend eine Art nach oben angeftemmt werde, und hinter der Stelle der Anftemmung eine concave Biegung nach unten erhalte. Der Anfatz der Zunge kann eben fo feyn, wie bei dem *d* und *t*, nur mit dem Unterfchiede, dafs die Gaumenöffnung nicht dadurch verfchloffen wird, fondern dafs an den Seiten etwas Raum für den Ausgang der Luft übrig bleibt. Bei der mittlern natürlichften Lage der Zunge wird der Luftftrom in zwei Theile getheilt, und geht auf beiden Seiten um den nach unten gebogenen Theil der Zunge herum durch beide Mundwinkel aus. Diefe Zweitheiligkeit des Luftftromes ift aber nichts fchlechterdings Nothwendiges, indem man auch, ohne dafs der Laut aufhört ein *l* zu feyn, die Zunge fo auf der einen Seite anlegen kann, dafs der Luftftrom blos auf der entgegengefetzten Seite des Mundes ausgeht.

Das vollere *l* im Ruffifchen, Polnifchen u. f. w. unterfcheidet fich dadurch von dem fonft gewöhnlichen *l*, dafs die Zungenfpitze mehr nach oben umgebogen, und etwas wieder nach hinten angefetzt wird.

Das *ll* im Spanifchen, *lh* im Portugififchen, das *l mouillé* im Franzöfifchen und *gl* im Italienifchen find eine Verfchmelzung des *l* mit einem kurz darauf folgenden Mittellaute zwifchen *i* und *j*. Im Franzö-

ſiſchen kommt es immer nur am Ende eines Wortes, oder auch zwiſchen zwei Vokalen vor; aber im Spaniſchen fangen ſich auch Worte damit an, unter andern ſolche, wo das lateiniſche *pl* in ein doppeltes *l* verwandelt wird, z. B. *llano*, *lleno*, *llantar*, *lluvia*. Manche, die es nicht auszuſprechen gewohnt ſind, finden einige Schwierigkeit dabei, und verwandeln gewöhnlich den Mittellaut zwiſchen *i* und *j* in ein eigentliches *i*.

3) *Gaumenſtemmlaut:* *j*, (nach der deutſchen Ausſprache in: *ja*, *jung*). Dieſer Laut kann *weich* oder *hart* ſeyn, und wird im Deutſchen, wenn er *weich* iſt, auch öfters durch *g* ausgedrückt, z. B. in den Worten: *Säge*, *Wege*, *borgen*, (nach der in den meiſten Gegenden Deutſchlands üblichen Ausſprache), und wenn es hart iſt, nach *ä*, *e*, *i* und *ü*, durch *ch*, z. B. in den Worten: *Dächer*, *rechnen*, *Löcher*. Der Zungenrücken wird mit ſeinen Rändern gegen den mittlern Theil des Gaumen gedrückt, ſo daſs in der Mitte ein ſehr enger Kanal übrig bleibt, durch welchen die Luft hindurchgezwängt wird. Der Kehlkopf wird zugleich eben ſo weit in die Höhe gehoben, wie bei der Hervorbringung des *i*. Der vorderſte Theil der Zunge hat mit dieſem Laute nichts zu thun, und kann nach Willkühr verſchiedene Lagen bekommen. Wenn die Ränder des Zungenrückens weniger ſtark gegen den Gaumen gedrückt werden, und der mittlere Theil der Zunge eine weniger enge und mehr rinnenförmige Höhlung erhält, ſo wird der Vokal *i* daraus, mit welchem das *j* eben ſo verwandt iſt, wie das *w* mit dem *u*. Im Franzöſiſchen, Italieniſchen, Spaniſchen und Portugiſiſchen wird ein Mittellaut zwi-

fchen *i* und *j*, wie fchon bemerkt worden, oft mit einem vorhergehenden *l* oder *n* verbunden, in manchen andern Sprachen, z. B. im Polnifchen, und noch mehr im Lettifchen, auch mit andern Confonanten. Der Laut *j* wird übrigens in manchen Gegenden Deutfchlands öfters fehr gemifsbraucht, indem man ihn als Surrogat des in der erften Abtheilung der Confonanten erwähnten *g*, oder auch des gutturalen *ch* in folchen Fällen anwendet, wo man diefe Laute nicht gehörig ausfprechen kann, oder auszufprechen gewohnt ift.

Die *vierte Abtheilung der Confonanten* wird *durch Annäherung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern* hervorgebracht. Diefe Laute, welche ich *Zifchlaute* *) nenne, unterfcheiden fich von den zu der vorigen Abtheilung gehörenden dadurch, dafs zu deren Hervorbringung keine Andrückung oder Stemmung eines Theiles an den andern erfordert wird, fondern nur eine folche Näherung, dafs der Luftftrom zwifchen den einander fehr nahen Theilen fich durchdrängen kann, daher man fie auch: *Näherungslaute*, nennen könnte. Hieher gehören folgende Laute:

1) *Lippenzifchlaut: w.* Die Lippen werden breit gehalten, und deren Ränder einander fo genähert, dafs

*) Ich verftehe hier unter dem Worte: *Zifch*, einen Laut, der durch einen zwifchen zweien einander fehr nahen Theilen fich hindurchzwängenden Luftftrom hervorgebracht wird. Die Benennung hat alfo, wie die übrigen, deren ich mich hier bediene, nicht fowohl Beziehung auf den Charakter, fondern vielmehr auf die Hervorbringung diefer Laute.

ein breiter und ſehr enger Luftſtrom zwiſchen ihnen hindurchgeht. Auf eine weniger natürliche Art läſst ſich dieſer Laut auch durch Anlegung einer Lippe an die entgegengeſetzte Reihe der Zähne hervorbringen. Dieſes Anlegen darf aber nur ſehr gelind geſchehen, indem, wenn eine Lippe ſo ſtark an die Zähne gedrückt wird, daſs man es als eine eigentliche Stemmung anſehen kann, es in den Laut *f* übergeht. Der Laut *w* hat auch, wie ſchon bemerkt worden, eine nahe Verwandtſchaft mit dem Vokal *u*; wenn nämlich die bei dem *u* zugerundeten und zugeſpitzten Lippen in ſenkrechter Richtung einander mehr genähert werden, als zur Hervorbringung des *u* erfordert wird, und der Zwiſchenraum zwiſchen den Lippen breiter und enger wird, ſo geht das *u* in *w* über, ſo wie dieſes im Engliſchen häufig vorkommt. In den meiſten europäiſchen Sprachen (die Slawiſche ausgenommen) wird der Laut, welchen man im Deutſchen durch *w* bezeichnet, durch *v* ausgedrückt, und weines Wiſſens wird in keiner andern Sprache, auſser im Deutſchen und im Holländiſchen, das *v* wie ein *f* ausgeſprochen *).

2) *Zungenziſchlaut: s.* Der vordere Theil der Zunge wird convex dem vordern Theile des Gaumen ſo genähert, daſs ſich der Luftſtrom durch den ſehr engen Zwiſchenraum durchzwängen muſs. Die Zähne

*) Deutſche, die nach Italien oder Frankreich kommen, ſollten ſich ſehr hüten, in Worten, die nicht urſprünglich deutſch ſind, das *v* nicht wie ein *f* auszuſprechen, weil man es lächerlich findet, und in Italien es öfters auch auf dem Theater lächerlich macht.

werden auch einander ſehr genähert. Der Anſatz der Zunge iſt derſelbe, wie bei dem *d* und *t*; der Unterſchied iſt nur der, daſs die Zunge nicht an dem Gaumen gedrückt werde, ſondern ihm nur ſehr nahe ſeyn muſs. Es iſt im Weſentlichen einerlei, ob die Zungenſpitze, oder ob ein etwas hinter derſelben befindlicher Theil der Zunge dem Gaumen genähert wird, und im letztern Falle kann die Zungenſpitze ſehr verſchiedene Lagen bekommen, ohne daſs der Laut aufhört ein *s* zu ſeyn, wiewohl die Schärfe bei verſchiedener Lage der Zunge etwas verſchieden ſeyn kann. Dieſer Laut iſt verſchiedener Grade von Weichheit und Härte fähig; in den meiſten Sprachen findet ſich ein *weiches* und ein *hartes s*, wiewohl ſie nicht immer auf verſchiedene Art bezeichnet werden. Im Ruſſiſchen werden ſie durch verſchiedene Buchſtaben unterſchieden. Im Franzöſiſchen finden ſich drei Arten des *s*, nämlich ein *ganz hartes*, welches vor *e* und *i* durch *c*, und vor *a* und *o* durch *ç* ausgedrückt wird, z. B. in den Worten: *garçon*, *ceci*; ſodann das gewöhnliche *mittlere s*, und endlich ein *ganz weiches*, welches durch *z* ausgedrückt wird, z. B. in: *douze*, *treize*, *zéro*. Im Hebräiſchen finden ſich auch dreierlei *s*, nämlich das *Sajin* ganz weich, das *Samech* härter, und das *Sin* noch härter. Im Ungariſchen bedeutet das Zeichen *s* den Laut *sch* und wird auch *eſch* genannt, und der Laut unſeres *s* wird durch *sz* bezeichnet. Das *Sigma* der Neugriechen iſt von dem ſonſt gewöhnlichen *s* etwas verſchieden, indem die Zunge etwas weiter hinterwärts, und in einer etwas gröſsern Fläche dem Gaumen genähert wird.

3) *Gaumenzischlaut: sch.* Der Zungenrücken wird dem mittlern Theile des Gaumen genähert, (aber weniger, als die Annäherung des Vordertheils bei dem *s* beträgt), und der Vordertheil der Zunge erhält eine etwas platte Gestalt, so daſs der Luftstrom in der ganzen Breite des Mundes zwischen der Zunge und dem Gaumen durchzieht. Die Zähne werden geschlossen, oder einander sehr genähert, indem der Durchgang der Luft durch die Zwischenräume der Zähne die Schärfe des Lautes sehr vermehrt, so daſs man ihn auch allenfalls: *Zähnezischlaut*, nennen könnte. Dieser Laut kann *weich* und *hart* seyn. Der weiche Laut wird im Französischen, so wie auch im Portugisischen, vor *a*, *o* und *u* durch *j* ausgedrückt, und vor *e* und *i* durch *g*. Im Deutschen ist kein Zeichen vorhanden, um diesen weichen Laut auszudrükken; wenn man also z. B. *Genie* oder *Loge* schreiben will, muſs man es nach französischer Art schreiben und aussprechen. Im Italienischen kommt dieser weiche Laut nicht für sich vor, wohl aber in Verbindung mit einem vorher auszusprechenden *d*, z. B. in: *giardino*, *gela.* Der harte Laut wird im Deutschen durch *sch* bezeichnet, (wiewohl sehr unpassend, weil er mit *s*, *c* und *h* nichts gemein hat), im Französischen durch *ch*, im Portugisischen durch *x*; im Italienischen vor *a*, *o* und *u* durch *sci* und vor *e* und *i* durch *sc.* Im Spanischen ist weder der weiche noch der harte Laut dieser Art für sich vorhanden, wohl aber der harte in Verschmelzung mit einem vorhergehenden *t*, und wird durch *ch* ausgedrückt, z. B. in: *muchacho.* In der Russischen Sprache wird der weiche und der harte Laut, jeder durch einen besondern

Buchſtaben ausgedrückt, und auſserdem giebt es noch einen Buchſtaben für *tſch* und einen für *ſchtſch*. Die Neugriechen haben den Laut *ſch* nicht, und ſpreche in dem σχ das *Sigma* ſowohl wie das *Chi* (als Guttural) beſonders aus. So wird z. B. *σχημα* ausgeſprochen: *S-chima*, und *σχετλιος*, *s-chetlios*. Daſſelbe geſchieht in manchen Gegenden des nordweſtlichen Deutſchlands, wo man auch das *s* ſowohl wie das *ch* beſonders ausſpricht, und zwar letzteres in einigen Gegenden als Guttural, und in andern mehr dem *j* ähnlich. Auch in einem groſsen Theile des nördlichen Italiens ſcheint man den Laut *sch* nicht zu lieben und verwandelt ihn in den dortigen Dialekten in ein theils weiches, theils hartes *s*, ſo wie auch vormals die Ephraimiter anſtatt *Schiboleth*, *Siboleth* ſagten *).

4) *Kehlenziſchlaut*, oder Gutturallaut, *ch*, kann *weich* oder *hart* ſeyn. Wenn er *weich* iſt, wird er im Deutſchen durch (das ſehr unbeſtimmte Zeichen) *g* ausgedrückt, z. B. in den Worten: *ſagen*, *Bogen*,

*) Es ſcheint, daſs der die ganze Breite des Mundes und die Zwiſchenräume der Zähne durchziehende Ziſchlaut *sch* für unangenehmer gehalten werde, und gehalten worden ſey, als irgend ein anderer menſchlicher Sprachlaut. Man bedient ſich gewöhnlich dieſes Lautes, um Thiere zu verſcheuchen; in vielen Gegenden hört man ihn nie, und nach einer von Herrn G. R. v. S. mir mitgetheilten richtigen Bemerkung, bezeichnen die meiſten mit *sch* anfangenden deutſchen Worte (*ſchön* und noch einige andere ausgenommen) mehr etwas Unangenehmes, als etwas Angenehmes, wovon man ſich mit Hülfe eines jeden Wörterbuchs überzeugen kann.

(nach der in den meisten Gegenden Deutschlands gewöhnlichen Aussprache); wenn er aber *hart* ist, nach *a*, *o* und *u*, durch (das ebenfalls sehr unbestimmte Zeichen) *ch*, z. B. in den Worten: *Sache*, *Buch*. Der hintere Theil der Zunge wird (mit demselben Ansatze, wie bei dem Verschlufslaute *g* und *k*), dem hintern Theile des Gaumen sehr genähert, so dafs die Luft durch den engen Raum zwischen beiden sich durchdrängt. Der vordere Theil der Zunge und die übrigen Theile des Mundes haben nichts dabei zu thun. Im Holländischen wird das *g*, auch zu Anfange der Worte, gewöhnlich wie der weiche Laut dieser Art ausgesprochen. Im Französischen, Italienischen und Portugisischen ist dieser Laut gar nicht vorhanden, aber im Spanischen kommt er häufig vor, und wird, wenn er *weich* ist, durch *j* ausgedrückt, z. B. in *Juan*, *Jaen*, *Mejico* (nach der neuern Schreibart dieses Namens), und wenn er *hart* ist, durch *x*, z. B. in *Xavon*, *Ximenes*, *Xeres*. Im Hebräischen ist das *Cheth* derselbe Laut, und im Griechischen das *Chi*; in allen Sprachen Slawischen Ursprungs kommt er auch häufig vor. Sonderbar ist, dafs in den meisten Ländern, wo die deutsche Sprache herrschend ist, Alle diesen Gutturallaut nach *a*, *o* und *u* mit Leichtigkeit aussprechen, dafs aber die Meisten entweder gar nicht, oder nur mit vieler Anstrengung im Stande sind, ihn nach *ä*, *e*, *i*, *ö* oder *ü*, oder auch zu Anfange einer Sylbe, auszusprechen. Wenn z. B. zu sagen ist: *Bach*, *Loch*, *Buch*, so spricht Jeder diesen Gutturallaut leicht aus; wenn es aber im Plural heifst: *Bäche*, *Löcher*, *Bücher*, so wird nicht mehr derselbe Laut, sondern ein dem *j* ähnlicher Laut ausgespro-

chen. Da es einmal üblich ist, so ist nichts dagegen einzuwenden; nur ist es kaum zu begreifen, wie so Viele einen Laut, den sie nach gewissen Vokalen leicht aussprechen, nicht auch nach andern Vokalen, oder auch zu Anfange einer Sylbe eben so leicht aussprechen können, und wie sie den Unterschied zweier so verschiedenen Laute weder durch das Gehör, noch bei der Aussprache durch das Gefühl bemerken, und einerlei Laut zu hören und auszusprechen glauben.

Bei *der fünften Abtheilung der Consonanten*, welche als eine Fortsetzung der vierten Abtheilung angesehen werden kann, weil sie auch durch eine Näherung der Theile hervorgebracht werden, ist eine *Zitterung gewisser Sprachwerkzeuge* erforderlich, man kann sie also füglich *Zitterlaute* nennen. Hieher gehört in den Sprachen gebildeter Völker nur eine Art von Laut, nämlich

der *Zungenzitterlaut*, *r*, welches auch von Vielen, wiewohl weniger gut, als *Kehlenzitterlaut* ausgesprochen wird, und auch noch auf eine dritte Art ausgesprochen werden kann. Bei *dem erstern*, welcher reiner und schallender ist als der andere, muss die Zungenspitze frei und (damit der Luftstrom mehr darauf wirken könne) ein wenig aufwärts gerichtet seyn; die Zunge wird (nicht so steif, wie bei dem *l* und *s*, sondern) ganz locker und leicht beweglich gehalten, und der Zungenrücken wird dem Gaumen genähert, so dass die durchziehende Luft die Zungenspitze in zitternde Bewegung setzt. Bei der Hervorbringung des *r* als *Kehlenzitterlaut* wird die Zungenwurzel dem hintern Gaumen so genähert, dass die weichen Theile desselben bei dem Durchzuge der Luft

Zitterungen machen. Der vordere und der mittlere Theil der Zunge haben nichts hierbei zu thun. In manchen Gegenden von Deutſchland wird das *r* faſt allgemein als Kehllaut ausgeſprochen, ſo daſs man für deren Bewohner den Zungenzitterlaut als Schiboleth gebrauchen könnte. Ich war auch ſonſt gewohnt, das *r* als Kehlenlaut auszuſprechen, und konnte mir gar keinen Begriff davon machen, wie es, nach Angabe vieler guten Schriftſteller, als Zitterung der Zungenſpitze, oder auch überhaupt als Zungenlaut, angeſehen werden könne. Erſt vor kurzem habe ich es aber auch als Zungenzitterlaut hervorbringen gelernt, nachdem mein ſehr achtungswerther Freund, der Herr Regierungsrath Hahn in Erfurt, mir die Art der Hervorbringung genauer gezeigt hat. Seitdem habe ich bemerkt, daſs das *r* ſich auch noch auf eine dritte Art, dem Zungenlaute ſehr ähnlich, ohne Hülfe der Zunge und der Kehle, ſehr leicht hervorbringen läſst, nämlich, als eine Art von *Lippenzitterlaut.* Die Zunge muſs dabei platt niederliegen, um die Wirkung des Luftſtroms nicht zu hemmen, und die Lippen dürfen nicht etwa vorgeſtreckt werden, (damit es nicht in den hernach zu erwähnenden Schnaubelaut ausarte), ſondern ſie müſſen etwas mehr einwärts faſt wie bei dem *w*, gehalten werden, nur nicht ganz ſo nahe bei einander, und ſehr locker, ſo daſs der durchziehende Luftſtrom ſie zittern macht. Bei allen 3 Arten das *r* hervorzubringen, zieht ſich der Kehlkopf etwas in die Höhe. Uebrigens müſſen nur wenige Zitterungen geſchehen, ſie dürfen auch nicht zu ſtark ſeyn, weil ſonſt der Laut als Zungenlaut oder auch als Lippenlaut gar zu ſchnurrend, und

als Kehlenlaut gar zu ſchnarrend wird, und in einen Gurgellaut ausarten kann.

Im Böhmiſchen, Polniſchen u. ſ. w. iſt das *rz* (*erſch* genannt) eine Verſchmelzung des *r* mit einem *sch*. Die Chineſen können bekanntermaſsen das *r* nicht ausſprechen, und verwandeln es in *l*.

Auſser dem *r*, welches am beſten als Zungenzitterlaut, allenfalls auch als Lippenzitterlaut, oder, wenn man es nicht beſſer zu machen im Stande iſt, auch als Kehlenzitterlaut ausgeſprochen werden kann, giebt es noch eine ſehr rauhe Art von *Lippenzitterlaut*, den man füglich *Schnaubelaut*, oder *Brauſelaut* nennen kann. Er kommt in keiner Sprache eines gebildeten Volkes vor, wohl aber, nach Forſter, (in der Beſchreibung ſeiner Reiſe um die Welt mit dem Capitain Cook) in dem von ihm durch *Ambrym* ausgedrückten Namen einer Inſel nicht weit von Neuguinea, und ſonſt in der dortigen Sprache. Die Luft wird durch die vorgeſtreckten und aneinander gelegten Lippen gepreſst, und der Laut iſt faſt ſo, wie wenn die Pferde ſchnauben, und könnte einigermaſsen durch *brr* ausgedrückt werden.

Die *ſechste Abtheilung der Conſonanten*, wo die Hervorbringung blos *durch einen hörbaren Hauch* geſchieht, enthält nur, (wenn man nicht etwa das *Schwah* hieher rechnen will)

den *Hauchlaut*: *h*. Die Stelle der Hervorbringung des *h* iſt noch weiter hinterwärts, als die, wo das Gutturale *ch* und das als Kehlenlaut ausgeſprochene *r* hervorgebracht wird. Dem Gefühle nach halte ich dafür, daſs die hintere Gaumenöffnung bei dem *h* noch mehr ſich erweitert, als bei dem *a*. Man

kann alſo dem *h* eine ſolche Verwandtſchaft mit dem *a* zuſchreiben, wie das *w* mit dem *u*, und das *j* mit dem *i* hat; nur mit dem Unterſchiede, daſs bei dem *h* etwas mehr Erweiterung, aber bei dem *w* und *j* etwas mehr Verengung Statt findet, als bei den mit ihnen verwandten Vokalen. Das *h* macht alſo in Hinſicht auf mehrere Erweiterung eine Ausnahme von allen übrigen Conſonanten, indem bei allen andern die Verengung ſtärker iſt, als bei irgend einem Vokal. Man kann es alſo füglich mehr für eine Aſpiration, als für einen eigentlichen Conſonanten halten, wie es denn auch im Griechiſchen nur durch ein dem folgenden Vokal beigefügtes Aſpirationszeichen, den *ſpiritus aſper*, ausgedrückt wird. Von den Neugriechen wird dieſer eben ſo ohne eine (wenigſtens für Andere) bemerkbare Aſpiration ausgeſprochen, wie der *ſpiritus lenis*, ſie unterſcheiden aber beide richtig im Schreiben. Im Ruſſiſchen wird das *g* und das *h* durch einerlei Buchſtaben bezeichnet, ſo daſs man die richtige Ausſprache entweder wiſſen oder errathen muſs.

Wollte man nun die Conſonanten nicht, wie hier geſchehen, nach den verſchiedenen Arten der Hervorbringung ordnen, ſondern nach den *Sprachwerkzeugen*, welche zu deren Hervorbringung am meiſten beitragen, ſo könnte dieſes wohl am beſten auf folgende Art geſchehen:

I. *Lippenlaute.*

1) Verſchluſs der Lippen und der Naſe, *b* und *p*.

2) Verſchluſs der Lippen bei offener Naſe, *m*.

3) Stemmung der Lippen an die entgegengesetzte Reihe der Zähne, oder aneinander, *f.*

4) Zisch durch die breitgehaltenen Lippen, *w.*

Außerdem zwei Arten von Lippenzitterung, von denen die eine als ein *r* anzusehen, und die andere ein Schnaubelaut ist.)

II. *Zungenlaute.*

1) Verschliessung des Vordergaumen durch die Zunge bei verschlossener Nase, *d* und *t.*

2) Dieselbe Verschliessung des Vordergaumen durch die Zunge bei offener Nase, *n.*

3) Stemmung der Zunge gegen den Vordergaumen, nebst concaver Biegung der Zunge hinter der angestemmten Stelle, *l.*

4) Zisch zwischen der Vorderzunge und dem Vordergaumen bei convexer Haltung der Zunge, *s.*

5) Zungenzitterung, *r*, bei der besten Aussprache dieses Lautes.

III. *Gaumenlaute.*

1) Stemmung der Zungenränder gegen den mittlern Theil des Gaumen, *j.*

2) Zisch in der ganzen Breite des Gaumen, und auch durch die Zähne, *sch.*

IV. *Kehlenlaute.*

1) Verschliessung der Kehle und der Nase, *g* u. *k.*

2) Verschliessung der Kehle bei offener Nase, *ñ.*

3) Zisch durch die sehr verengte Kehle, *ch.*

Außerdem ein Kehlenzitterlaut, das nicht gut ausgesprochene *r.*)

V. *Lungenlaut*, oder Hauchlaut, *h.*

Aufser den hier erwähnten Confonanten giebt es noch verfchiedene *Schnalzlaute*, welche durch eine plötzliche Zurückziehung der an einander gedrückten Lippen, oder der an den Gaumen gepreſsten Zunge, nach einer Art von Saugen (nicht durch Wirkung der Lunge, fondern durch innere Ausdehnung des Mundes) hervorgebracht werden, indem, bei plötzlich aufgehobener Verdünnung der innern Luft, etwas Luft von Aufsen in die Mundhöhle fchnell einftrömt. Dergleichen *Lippenfchnalzlaute* und *Zungenfchnalzlaute* finden fich nicht in den Sprachen gebildeter Völker; aber in der Sprache der Hottentotten follen vier Arten folcher Laute vorkommen, und auch einige, nach Salt, in verfchiedenen Sprachen des öftlichen Afrika. Zu den Sprachlauten, von denen hier die Rede war, können fie nicht gerechnet, oder unter diefe eingefchaltet werden, weil bei allen diefen ein Ausftrömen der Luft durch den Mund, oder durch die Nafe Statt findet, dahingegen bei den Schnalzlauten eine Explofion (oder vielmehr Implofion) der Luft von Aufsen in die Mundhöhle gefchieht, fo daſs, wenn man das Ausftrömen der Luft als etwas pofitives anfieht, man fie füglich: *negative Sprachlaute*, nennen könnte.

Chladni.

VII.

Ueber Perkins Dampfmaschine, veranlaßt durch den Auffatz des Hrn. Prof. Schmidt im letzten Stück dieser Annal. vom v. J.

von

Hrn. R. R. Prechtl, Dir. d. polyt. Inst. *)

Der Auffatz des Herrn Professor Schmidt im letzten Stücke Ihrer Annalen vom v. J. (das mir erst vor einigen Tagen zugekommen ist) über Perkins neue und so vielfach besprochene Dampfmaschine veranlaßt mich, Ihnen meine eigenen Bemerkungen über dieselbe hier mitzutheilen, die Ihnen vielleicht in so fern nicht unwillkommen sind, als Sie daraus sehen werden, daſs ich, durch vollgültige Gründe geleitet, der im 10ten Stücke Ihrer Annalen von Ihnen geäuſserten negativen Meinung, rücksichtlich des Werthes dieser Erfindung, beitrete. Ich hätte Ihnen früher etwas darüber gesendet, wenn ich geglaubt hätte, daſs das Urtheil über den Werth oder Unwerth dieser Maschine, die in England eine Art von Parteisache geworden zu seyn scheint, noch bis jetzt nicht entschieden seyn sollte.

Indem ich eine gegentheilige Meinung äuſsere, habe ich glücklicherweise nicht nöthig, den verehrungswürdigen Herrn Professor Schmidt zu widerlegen: im Gegentheile bin ich im Wesentlichen mit Al-

*) Ein Schreiben an Gilbert, Wien d. 7. März 1824.

lem, was in ſeinem Auſſatze ſteht, einverſtanden, obgleich wir über das Endreſultat ſelbſt verſchiedener Meinung ſind, weil in jenem Auſſatze ein Fragepunkt nicht erwähnt iſt, auf deſſen Löſung hier doch im Grunde alles ankommt. Dieſe Frage iſt:

Wie iſt es möglich, daſs in einem Dampfapparate, der wenigſtens *10 Mal kleiner iſt* (nach der das Waſſer berührenden erhitzten Fläche genommen) als die nach den bisherigen Erfahrungen gebauten, für eine Dampfmaſchine, eine gleich groſse mechaniſche Wirkung hervorgebracht werde?

Hierüber iſt nun Folgendes zu erinnern.

Die wirkende Kraft der Dampfmaſchine iſt der Dampf, welcher in dem Dampfkeſſel erzeugt wird: die Menge dieſes Dampfes in einer Sekunde beſtimmt die Stärke der Maſchine in Pferdekräften, welche mit dieſem Dampfkeſſel in Verbindung geſetzt werden ſoll. Theoretiſch rechnet man auf jeden Viertel-Kubikfuſs Dampf in der Sekunde, und praktiſch auf jeden halben Kubikfuſs Dampf (von etwa 80° R.) in der Sekunde eine Pferdekraft. Wenn man alſo einen Dampfkeſſel hat, welcher 5 Kubikfuſs Dampf von 80° R. in der Sekunde liefert; ſo wird eine Dampfmaſchine, welche mit demſelben in Verbindung geſetzt wird, die Kraft von 10 Pferden haben. Auf die Dimenſionen der Dampfmaſchine ſelbſt, nämlich des Treibcylinders kommt es dabei nur in ſofern an, als von dem Durchmeſſer deſſelben und der Geſchwindigkeit des Kolbens in Beziehung auf die Dampfmenge die Elaſticität der Dämpfe, mit welcher ſie wirken, abhängt.

Nun hängt, allen bisherigen vielfach im Groſsen angeſtellten Verſuchen gemäſs, die Gröſse der Ver-

dampfung von der Fläche des Keſſels ab, welche von Auſsen von dem Feuer beſtrichen wird, und von Innen mit dem Waſſer in Berührung ſteht; und dieſen Erfahrungen nach liefern 20 Quadratfuſs ſolcher Keſſelfläche in der Sekunde einen Kubikfuſs Dampf, wenn die äuſsere Feuerung ſo ſtark unterhalten wird, daſs das Waſſer, im Falle der Keſſel offen wäre, beſtändig im ſtarken Sieden erhalten wurde. Ich habe bei einer ähnlichen Gelegenheit in dem 1ten Bande der Jahrbücher des polytechniſchen Inſtituts S. 128 darauf aufmerkſam gemacht, daſs dieſes Verhältniſs beinahe genau dasjenige ſey, welches Dalton für die aus der Oberfläche eines ſiedend heiſsen Waſſers verdunſtende Waſſermenge gefunden hat. Dünnere Keſſelwände liefern bei gleicher Feuerung in derſelben Zeit mehr Dampf; auch kann dieſe Dampfmenge durch eine ſehr ſtarke Feuerung noch vermehrt werden.

Um zu ſehen, wie weit ſich dieſe Vermehrung treiben lieſse, machte ich vor mehreren Jahren mit einer dünnen kupfernen Schale, die mit Waſſer gefüllt und einem ſehr heftigen Feuer ausgeſetzt wurde, verſchiedene Verſuche. Ich fand, daſs unter den gehörigen Umſtänden Waſſer ſich ſo ſchnell verdampfen laſſe, daſs 5 Quadratfuſs Fläche in der Sekunde einen Kubikfuſs Dampf liefern. Ich halte dieſes für das erreichbare Maximum. Bei der Anlage von Dampfmaſchinen und für die gewöhnliche Feuerung darf man, um ſicher zu ſeyn, niemals weniger als 20 Quadratfuſs pr. 1 Kubikfuſs Dampf für 1 Sekunde rechnen, der Keſſel mag übrigens wie gewöhnlich gebaut, oder aus Röhren zuſammengeſetzt ſeyn.

Wir wollen nun diese Sätze auf den vorliegenden Fall anwenden, und die Perkins'sche Maschine nach den vorhandenen Daten berechnen.

Der Generator des Herrn Perkins fasst (nach einer Angabe in den Annalen XV. 131) 1528 par. Kub. Zoll. Nach einer andern Angabe ib. 126, ist dieser Kessel etwa 2′ hoch und hat 15″ Durchmesser. Also 9″ im Lichten. Folglich beträgt die Höhe im Lichten etwa 24 Zoll.

Mit Einschluss der beiden Bodenflächen beträgt also die innere Fläche des Cylinders = $5\frac{1}{2}$ Quadratfuss. Nach dem angegebenen Maximum der Dampferzeugung liefert folglich diese Fläche $1\frac{1}{10}$ Kubikfuss Dampf von 80° R. in 1 Sekunde, welches die bewegende Kraft von beiläufig 4 Pferden ist, wenn man keinen Verlust in Anschlag bringt (wie nachher noch erwähnt wird) und von 2 Pferden praktisch genommen, nach Watt'scher Rechnungsweise.

Das Modell der Perkins'schen Dampfmaschine kann also im *Beharrungsstande* keine grössere Kraft ausüben, als jene von 4 und respektive 2 Pferden.

Würde der Generator nicht stärker geheizt, als ein gewöhnlicher Dampfkessel; so würde das Modell nur $\frac{1}{2}$ Pferdekraft äussern.

Wie gross ist bei dieser Wirkung im Beharrungsstande die Elasticität der Dämpfe im Treibcylinder? Die Geschwindigkeit des Kolbens ist 200 Fuss in der Minute: die Grundfläche des Kolbens = 3,12 Quadratzoll, folglich der Raum, welchen der Kolben in einer Sekunde durchläuft = 124,8 Kubikzoll. Nun ist der in einer Sekunde wirkende Dampf von 80° R. = $1\frac{1}{10}$ Kub. Fuss = 1900 Kub. Zoll; also ist die Elasticität

der Dämpfe im Treibcylinder $= \frac{1900}{124,8} = 15$ Atmosphären.

Folglich ist der mechanische Effekt $= 3,12 \times 14,6 \times 15 \times 200 = 136500$, welche durch 22000 dividirt die Kraft von 6 Pferden geben; dividirt man nach Watt durch 33000; so ist es die Kraft von 4 Pferden (theoretisch).

Bei kleinen Maschinen ist es mehr noch als bei größsern nothwendig, zur Bestimmung der Pferdeskräfte den größsern Watt'schen aus Erfahrungen an Dampfmaschinen hergeleiteten Divisor anzunehmen, da bei diesen Maschinen der Verlust an Dampf durch die Leitungsröhren und an Wirkung durch die Reibung der Maschinentheile bedeutend größser ist. Ist es ferner wahr, daſs der Gegendruck im Kondensator Perkins 5 Atmosphären betrug; so war der effektive Druck auf den Kolben nur 10 Atmosphären, der mechanische Effekt also nach der 1ten Rechnung nur $4\frac{1}{10}$ Pferdekräfte, nach der 2ten nur $2\frac{3}{4}$ Pferdekräfte. Und selbst dieser Effekt ist nur theoretisch: denn in der Praxis nimmt man niemals den effektiven Druck auf den Quadratzoll der Kolbenfläche für eine Atmosphäre zu 14,6 Pfund an; sondern er zeigt sich in der Erfahrung von den kleinsten bis zu den größsten Maschinen von 7 bis zu 9 variirend; so daſs in der Praxis der Nutz-Effekt jeder Dampfmaschine eigentlich nur die Hälfte des Berechneten ist, wie ich dieses bereits aus den hierüber vorhandenen Erfahrungen in meinem in dem bereits angeführten 1. Bande der Jahrbücher des polytechnischen Instituts enthaltenen Aufsatze über Dampfmaschinen bemerkt habe. Hieraus

kann man mit ziemlicher Sicherheit ſchlieſsen, daſs Perkins Modell im Beharrungszuſtande nicht viel mehr als *die Kraft von* $1\frac{1}{2}$ *Pferden* leiſten wird, und es ſcheint, daſs Perkins die von ihm angegebenen Reſultate eigentlich nur und zum Theil nach irrigen Daten berechnet habe.

Wir können aber auch Perkins Maſchine in ihrem Zuſtande betrachten, bevor ſie in den Beharrungszuſtand tritt; und ich glaube, daſs hierin hauptſächlich die Täuſchung Perkins liegt. Bevor nämlich die Maſchine in Gang geſetzt wird, wird der Keſſel, wie jeder andere, im Voraus geheizt, und wie es ſcheint, hier ſo, daſs der dicke Cylinder an der Auſſenſeite zum Glühen kommt. Wir wollen nun berechnen, was dieſe Anſammlung von Wärme in einer ſolchen Metallmaſſe und in dem enthaltenen Waſſer für eine Vergröſserung des Effektes hervorbringe, bevor die Maſchine in den Beharrungsſtand tritt. Denn wenn der Cylinder auf dieſe Art vorläufig erhitzt iſt; ſo würde er bloſs mit dieſer Wärme einige Zeit hindurch die Maſchine treiben, wenn auch das Feuer gänzlich entfernt würde: da durch die fortwährende Heizung der im Vorigen berechnete Beharrungsſtand hervorgebracht wird; ſo kommt alſo für einen gewiſſen Zeitraum dieſe Wärme noch der Dampferzeugung oder dem mechaniſchen Effekte zu gute.

Der Cylinder enthält nach der gehörig vorbreiteten Feuerung 1528 p. Kub. Z. = 62 Pfund par. Waſſer von 168° R. Geſetzt dieſes Waſſer käme plötzlich mit der Atmoſphäre in Berührung, wie viel Waſſer wird ſich in Dampf von 80° R. verwandeln, und wie

viel Waſſer von 80° R. wird tropfbarflüſſig zurückbleiben?

Das Waſſer, welches in dieſem Falle verdampft, ſey $= x$; ſo iſt die Wärme, die es zur Verdampfung braucht $= 80 \cdot 5\frac{1}{2} \cdot x$, das zurückbleibende Waſſer iſt $p - x$, und ſeine Wärme $= (p - x)\, 80$; die Wärme des ganzen iſt $= p \cdot 168$, alſo $168\, p \cdot = 80 \cdot 5\frac{1}{2} \cdot x + (p - x)\, 80$, und $x = \frac{(\frac{168}{80} - 1)}{5\frac{1}{2} - 1} =$ $0{,}24 \times 62 = 14{,}8$ Pfund: oder ſo viel Waſſer verwandelt ſich durch die eigene Temperatur der ganzen Menge in Dampf von 80° R.

Wieviel vermag die in der Maſſe des Cylinders angehäufte Wärme Waſſer in Dampf von 80° R. zu verwandeln? Nach den Umſtänden, wie ſie im vorliegenden Falle vorhanden ſind, kann man annehmen, daſs der Cylinder im Mittel eine Temperatur von 300° R. erhalten habe; denn bei einer ſolchen Maſſe muſs die Auſsenfläche des Cylinders glühen, wenn die innere mit dem Waſſer in Berührung ſtehende über 168° R. erhalten ſoll. Nach den früher angegebenen Dimenſionen enthält die Metallmaſſe des Generators mit Einrechnung der beiden Böden, und 3 Zoll dicken Wänden = 3770 K. Zoll, oder 1130 Pfund. Die ſpezifiſche Wärme dieſes Metalls kann zu 0,1 angenommen werden. Die in dem Cylinder angehäufte Wärme reicht alſo hin 113 Pfund Waſſer auf eine Temperatur von 300° R. zu bringen, oder $\frac{\frac{300}{80} \cdot 113}{5\frac{1}{2}} = 77$ Pfund Waſſer in Dampf von 80° R. zu verwandeln. Addiren wir hiezu die vorher ge-

fundenen 14,8 Pfund; so ergiebt sich eine additionelle Dampfmenge von 91,8 Pfund.

Wenn die Maschine in Gang gesetzt wird, so wirkt diese Dampfmenge auf die Vermehrung des außerdem Statt findenden constanten Effektes: wie groß diese Vermehrung sey, läßt sich nicht bestimmen, weil die Zeit der Verwendung dieser angehäuften Wärme unbekannt ist, oder auch der Querschnitt des Communications-Ventils und die Zeit seiner Oeffnung. Perkins spricht von einem Drucke von 30 bis 35 Atmosphären; wir wollen daher aus dieser Angabe die Zeit berechnen, durch welche diese angehäufte Wärme auf die Vermehrung der Wirkung im Beharrungsstande fortwirkt. Bei letzterer ist, wie wir gesehen, höchstens ein Druck der Dämpfe von 15 Atmosphären vorhanden. Damit also beim Anfange des Ganges der Maschine die Elasticität der Dämpfe auf 30 Atmosphären steige, müssen vermittelst jener angehäuften Wärme in jeder Sekunde 1900 K. Zoll Dampf von 80° R., oder eben so viel als im Beharrungsstande, hinzutreten. Diese Dampfmenge wiegt, auf den Druck von 30 Atmosphären reducirt, etwa $\frac{1}{30}$ Pfund. Folglich reicht die vor dem Anlassen der Maschine in dem Generator angehäufte Wärme hin, die Maschine vor ihrem Eintritte in den Beharrungsstand 91,8 $\times$ 30 Sekunden, oder etwa 46 Minuten im Gange zu erhalten, mit einem Drucke der Dämpfe von 30 Atmosphären, vorausgesetzt, daſs diese Wirkung gleichförmig erfolge. Da aber dieses nicht der Fall ist; sondern die Wirkung vom ersten Augenblicke an immer abnimmt, bis sie in den Beharrungsstand selbst tritt; so ist jene Zeit wenigstens noch einmal so groß, wenn auch die

Wirkung in der erſten Zeit mit noch mehr als einem 35fachen Drucke erfolgte. Es iſt alſo ſehr wahrſcheinlich, daſs Herr Perkins dadurch in Irrthum geführt wurde, daſs er die im Generator früher angehäufte Wärme nicht berückſichtigte, und den Gang der Maſchine in der erſten halben oder auch ganzen Stunde für denjenigen anſah, nach welchem ſich ihre Kraft bemeſſen lieſs; was um ſo leichter geſchehen konnte, da man bei ähnlichen Modellen ſich gewöhnlich nur mit kurzen Verſuchen von einer Stunde und darüber begnügt, wo es darauf ankommt, ſie Fremden zu zeigen. Es iſt demnach wahrſcheinlich, daſs Perkins bei dieſer Maſchine wirklich eine Elaſticität der Dämpfe von 35 Atmoſphären beobachtet, und daraus die präſumirte Stärke derſelben nach Pferdeskräften berechnet habe. Man ſieht aus dem Vorigen, daſs unter den obwaltenden Umſtänden dieſes Modell wirklich einige Zeit hindurch mit einem Drucke der Dämpfe von 30 Atmoſphären und darüber, und einer daraus berechneten Kraft von 10 Pferden arbeiten könne, obgleich ſein praktiſcher Effekt im Beharrungszuſtande nur etwa $1\frac{1}{2}$ Pferdeskräfte, folglich weniger beträgt, als die gleiche Dampfmenge in einer Watt'ſchen Maſchine leiſten würde; welches daher kommt, weil ein bedeutender Theil des Dampfes durch die Gegenwirkung im Kondenſator verloren wird.

Aus dem Bisherigen läſst ſich Folgendes mit einiger Zuverläſſigkeit annehmen:

1. Perkins Dampfmaſchine enthält weder ein neues

Princip, noch eine vortheilhafte Verbesserung.

2. Sein sogenannter Generator, worin das Wesentliche seiner Vorrichtung besteht, ist eine für den Zweck unvollkommene Vorrichtung, weil sie offenbar bei den ungeheuer dicken Wänden einen unnöthigen Aufwand an Brennmaterial verursacht, indem es bekannt ist, daſs Flüssigkeiten in dünnen Gefäſsen sparsamer erhitzt werden können, als in dicken. Ueberdem sind solche Gefäſse bald zerstört, weil die äuſsere Oberfläche einen zu hohen Hitzgrad erlangt. Da nun hier nicht, wie bei Kesseln, eine Reparatur möglich ist, so ist ein solcher Generator zugleich eine sehr kostspielige Vorrichtung. Ob übrigens dieser Generator ganz oder nur zum Theil mit Wasser gefüllt sey, hat auf die Art der Dampferzeugung gar keinen Einfluſs, und kömmt nur in sofern in Betracht, als die innere Fläche desselben ganz zur Dampferzeugung benutzt wird, wenn derselbe mit Wasser ganz angefüllt ist. Ein Röhrenkessel ist einem solchen Generator weit vorzuziehen.

3. Dampfmaschinen mit hohem Druck, auf die Art wie die Perkins'sche mit unmittelbarer Kondensation eingerichtet, sind für Brennstoffökonomie ohne Vortheil, weil der Gegendruck im Kondensator zu groſs wird, was ein reiner Verlust an Nutzeffekt, d. h. an Brennmaterial, ist; und sind daher den Watt'schen weit

nachzuſetzen *). Dann ſind aber dieſe Maſchinen mit bedeutendem Vortheil verbunden, *a.* wenn die aus dem Treibcylinder nach vollbrachter Wirkung entweichenden Dämpfe zur Erwärmung von Flüſſigkeiten oder Heizung von Räumen benutzt werden, in welchem

*) *Anmerkung.* Man kann es als Erfahrungsſatz annehmen, daſs gleiche Gewichte Dampf von irgend einer Temperatur gleiche Mengen Wärme enthalten. Dämpfe von höherer Temperatur oder Expanſivkraft brauchen alſo zu ihrer Bildung bei gleich groſser mechaniſcher Wirkung weniger Wärme als Dämpfe von niederer Temperatur oder geringerer Dichtigkeit. Und hierin liegt im Allgemeinen der Vortheil der Anwendung von Dämpfen von höherer Elaſticität als bewegende Kraft. Z. B. Ein Pfund Waſſerdampf von 84° R. und ein Pfund Dampf von 104° R. brauchen zu ihrer Bildung gleiche Mengen Wärme. Nun enthält aber der erſtere 25,7 K. Fuſs Dampf von 34″ Elaſticität, und der letztere 12,6 K. Fuſs mit einer Elaſticität von 74,″4. Betrachtet man beide in ihrer Anwendung als mechaniſche Kraft, ſo iſt das mechaniſche Moment von 1 Pfund Waſſerdampf von 84° R. = 873 und jenes von 1 Pfund Waſſerdampf von 104° R. = 937. Die Erſparung an Brennmaterial iſt alſo bei der Anwendung der letztern Dämpfe in demſelben Verhältniſſe; beträgt alſo etwa $\frac{1}{16}$. Für Dampf mit einem Drucke von 15 Atmoſphären berechnet, beträgt dieſe Erſparniſs $\frac{1}{8}$. Dennoch iſt, wenn man nicht die oben berührten Vortheile damit verbindet, dieſe Erſparniſs ſelten oder nie zureichend, denjenigen Wärmeverluſt zu erſetzen, welchem Dampfmaſchinen mit hohem Druck durch die gröſsern Schwierigkeiten in der feſten Verbindung, Liederung etc. mehr ausgeſetzt ſind, als jene mit niederem Druck.

›lken.

bed., Mittgs rings Cirr. Str., darüber Cum., oben erstere
l; Abds in SO u. O heiter, sonst viel klein gesond. Cirr. Str.
r. Schleier, Mittgs ist dieser nach O gesunken und es wird dann
der Horiz. bel., drüber stehen einige Cirr. Str. und das Zenith
:o. gleiche Decke wird Mittgs wolk., Abds heiter bis auf bel.
riz.; später stehen am Horiz. hin und wieder einige Cirr. Str.,
nleer, obwohl nicht klar. Am 21. Cirr. Str., die früh meist
tgs auf heit. Grunde; nach Mittg ist es heiter, Abds überall
›bei nur das Zenith offen, und Spät-Abds gleiche Decke und
U. 7' Abds steht der Mond im letzten Viertel.
ım 22. Nchts und von 8 früh bis 5 Abds, Reg., dann, von 7
stets bei gleicher Decke. Am 23. Nchts noch etws Reg., Tags
ıd Nebl, früh Duft. Am 24. gleiche Decke und Nebl, lösen
Abds ist es heiter und später nur der Horiz. bedünstet. Am 25.
d Nebl, Mittgs heiter mit Cirrus-Spur; Nchmittgs in NW
Abds und später, fast heiter. Am 26. gleiche, selten wolk.
lig. Am 27. um's Zenith Tags über heiter, sonst zeigen sich
irr. Str.; Abds herrscht wolk., später gleiche Decke. Die Fer-
. Der Mond steht heute in seiner Erd-Ferne. Am 28. gleiche
Mittgs noch in S, oben dagegen in sehr verwasch. Cirr. Str.
ı N zeigen sich hohe, doch matte Cum.; bald herrscht aber
ecke, Abds bricht sich diese in W und Spät-Abds ist es heiter.
tgs, in N oberhalb, kleine Cirr. Str. und bel. Horiz., sonst
etwas neblig. Um 11 U. 30' Abds heute, tritt der Neu-

Monats: unter viel trüben ist selten ein schöner Tag, doch
sehr mild; meist nördliche oft nach Ost abgehende Winde we-
ı nicht stark, doch ist auszeichnend ein heftiger nnw Sturm,
n Halle mit Gewitter vereinbart war.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, DRITTES STÜCK.

I.

Versuch
iner Erklärung des innern Baues der festen Körper;

vom

r. Seeber, Prof. d. Physik zu Freiburg im Breisgau.

Eine große Menge Naturerscheinungen sind Ver-
nderungen in dem innern Zustande der Kör-
er. Die Verbindungen mehrerer Körper zu ei-
em einzigen, die Zerlegungen eines einzigen in
ehrere, die Veränderungen ihrer Ausdehnung
nd ihres Aggregat-Zustandes, und mithin alle
rscheinungen der Chemie und Wärmelehre gehö-
n zu dieser Klasse; ferner die Uebergänge der
örper in den elektrischen und magnetischen Zu-
and, die Bewegungen, wobei nicht nur sie selbst,
ndern auch ihre einzelnen Theile ihre relative Lage
ndern, mithin die Bewegungen der flüssigen Körper
n Allgemeinen, von denen der festen die oscillatori-
he Bewegung, welche die Ursache ihres Tönens ist.

Zur Aufſtellung exacter Theorien von dieſen Erſcheinungen iſt eine genauere Kenntniſs der Natur und innern Beſchaffenheit der Körper nothwendig, als wir bis jetzt beſitzen. Die beiden unter den Namen des atomiſtiſchen und dynamiſchen Syſtems bekannten Hypotheſen darüber beſchränken ſich hauptſächlich nur auf die Art der Raumerfüllung, und ſtimmen nicht hinlänglich mit der Erfahrung überein, um ſolchen Theorien zum Grunde gelegt werden zu können. Der in der Mechanik über die Natur der feſten Körper aufgeſtellte Grundſatz, daſs die relative Lage ihrer Theile beſtändig die nämliche bleibt, ſteht ſogar mit mehreren Eigenſchaften derſelben, nämlich mit ihrer Theilbarkeit, ihrer Elaſticität und mit der Veränderlichkeit ihrer Ausdehnung mit der Temperatur im Widerſpruch. Er kann daher zwar in manchen Theorien der Mechanik angewendet werden, iſt aber in den Theorien der meiſten phyſikaliſchen Erſcheinungen unſtatthaft. Die über die Natur der flüſſigen Körper angenommenen Grundſätze* ſind gleichfalls viel zu allgemein und oberflächlich, um für die groſse Zahl der, in dem Grade der Flüſſigkeit, und in andern Eigenſchaften weſentlich verſchiedenen flüſſigen Körper gelten zu können. Sie ſind daher zur Aufſtellung einer vollſtändigen Theorie ihrer Zuſtandsänderungen nicht zureichend, und daſs die Theorie ihrer Bewegung bisher nur ſehr geringe Fortſchritte gemacht hat, ſcheint gleichfalls hauptſächlich die Folge des Mangels einer genauern Kenntniſs ihrer innern Beſchaffenheit zu ſeyn. Eine exacte Theorie der innern Beſchaffenheit der feſten ſowohl als der flüſſigen Körper iſt daher ein dringendes Bedürfniſs der Na-

turlehre, und ihre Aufſtellung eine der wichtigſten Aufgaben derſelben.

Unſere wahrſcheinlichſten Hypotheſen über die Art, auf welche die *feſten Körper* aus den Theilen ihrer Materie gebildet ſind, vereinigen ſich ſämmtlich darin, daſs dieſes durch eine wechſelſeitige Anziehung der Theile geſchieht. Ihre Theilbarkeit beweiſt, daſs ſie wirklich aus Theilen beſtehen; daraus, daſs der Widerſtand, welchen dieſe ihrer Trennung entgegenſetzen, bei jeder Lage eines Körpers in Beziehung auf andere der nämliche iſt, ergiebt ſich, daſs er in dem Körper ſelbſt liegt, und da er überdies durch eine endliche Kraft überwunden werden kann, und mithin ein gewiſſes Maas hat, ſo iſt in der That eine wechſelſeitige Anziehung der Theile die einzige Urſache, die wir dafür anzugeben vermögen. Bei einer Unterſuchung über den innern Bau der feſten Körper wird es daher zweckmäſsig ſeyn, zuerſt von dieſer Annahme auszugehen, und dadurch, daſs man ihn mittelſt derſelben aus den Geſetzen der Mechanik zu erklären ſucht, ihre Richtigkeit zu prüfen. Zur Grundlage exacter Theorien von den oben angeführten Naturerſcheinungen aber wird eine darauf gegründete Theorie dieſes Baues nur dann tauglich ſeyn, wenn ſie eben ſo *genau* und *zuverläſſig* iſt, als die vermittelſt der Hypotheſe der Gravitation aus den Geſetzen der Mechanik abgeleitete Theorie der Bewegungen der Geſtirne.

Aus einer bloſsen Anziehung der Theile der feſten Körper erklärt ſich nun zwar ihr Zuſammenhang; um aber auch die Feſtigkeit der Körper daraus zu erklären, würde man die gezwungene und unwahr-

ſcheinliche Annahme machen müſſen, daſs die Theile auf eine künſtliche Art in einander eingefügt ſeyen. Man würde ferner bei der Vorausſetzung einer blos anziehenden Wirkung der Theile annehmen müſſen, daſs ſie einander unmittelbar berühren, und dann mehrere weſentliche Eigenſchaften der feſten Körper nicht auf eine einfache und wahrſcheinliche Art erklären können. Denn um die mannigfaltige Verſchiedenheit der Dichtigkeit der verſchiedenen feſten Körper zu erklären, würde man eben ſo viele Arten von einfachen Theilen annehmen müſſen, als es ſolche Körper von verſchiedener Dichtigkeit giebt. Alle feſten Körper haben die Eigenſchaft, daſs ihre Ausdehnung durch eine Erhöhung ihrer Temperatur vergröſsert, durch eine Verminderung derſelben verringert wird; ſie haben die Eigenſchaft elaſtiſch zu ſeyn, d. h. ihre Form kann durch von auſsen auf ſie wirkende Kräfte, auch ohne Trennung ihrer Theile, ein wenig verändert werden, ſtellt ſich aber, nachdem die Kräfte zu wirken aufgehört und die Körper eine Zeitlang um ihre vorigen Formen herum kleine Oscillationen gemacht haben, von ſelbſt wieder her; und dieſe Veränderungen der Form geſchehen nicht blos durch eine Vergröſserung der Ausdehnung, ſondern auch, wie z. B. beim Stoſs, durch eine Verminderung derſelben. Um die genannten Eigenſchaften der feſten Körper bei der Vorausſetzung einer unmittelbaren Berührung ihrer einfachen Theile zu erklären, müſste man ſie den Theilen ſelbſt ſchon beilegen, was zu ihrer wirklichen Erklärung durchaus nichts beitragen würde, weil dieſe bei den Theilen die nämlichen Schwierigkeiten hat, wie bei den Körpern ſelbſt.

Alle dieſe Eigenſchaften erklären ſich hingegen auf eine einfache und natürliche Art, wenn man annimmt, daſs die einfachen Theile in gewiſſen Entfernungen von einander ſtehen, durch eine abſtoſsende Kraft, wodurch ſie auf einander wirken, ſich zu nähern, durch eine anziehende ſich von einander zu entfernen verhindert, und ſo vermöge der gemeinſchaftlichen Wirkung beider Kräfte in ihren relativen Poſitionen in einem *ſtabilen Gleichgewicht* *) erhalten werden. Die Theilbarkeit erklärt ſich aus dieſer Hypotheſe auf die nämliche Art, wie aus einer bloſsen Anziehung. Die *Feſtigkeit* und *Elaſticität*, welche darin beſtehen, daſs äuſsere Kräfte, deren Stärke gewiſſe Gränzen nicht überſteigt, zwar geringe vorübergehende, aber keine beträchtlichen und bleibenden Veränderungen in dem Zuſtande der Körper hervorzubringen vermögen, ſind nothwendige Folgen des *ſtabilen Gleichgewichts* der Theile, und mithin ſchon hieraus klar. Bei der Vorausſetzung, daſs die Theile in

*) Das Gleichgewicht eines Syſtems materieller Theile, welche durch anziehende und abſtoſsende Kräfte auf einander wirken, kann nämlich von zweierlei Art ſeyn, entweder *ſtabil* oder *nicht ſtabil.* Werden die im Gleichgewicht befindlichen Theile durch von auſsen auf ſie wirkende Kräfte ſo aus ihren Poſitionen des Gleichgewichtes entfernt, daſs ihre Entfernungen davon gewiſſe Grenzen nicht überſteigen, ſo geht im *erſtern Fall* ihre eigene wechſelſeitige Wirkung dahin, ſie wieder in dieſe Poſitionen zurückzuführen. Sie machen daher, wenn die äuſsern Kräfte zu wirken aufgehört haben, eine Zeitlang Oscillationen von immer mehr abnehmender Gröſse darum herum, und kommen alsdann wirklich wieder darin zurück. Im *zweiten Fall* hingegen wird das Gleichgewicht, ſobald die Theile auch nur um das Geringſte aus den Poſitio-

gewissen Entfernungen von einander stehen, ist eine jede *kleine Formänderung* der Körper erklärbar, sie mag durch eine *Vermehrung* oder durch eine *Verminderung* ihres Volumens geschehen. Die *verschiedene Dichtigkeit* der verschiedenen festen Körper erklärt sich bei dieser Voraussetzung aus einer Verschiedenheit der Abstände der einfachen Theile, und die *Veränderungen der Ausdehnung des nämlichen bei veränderter Temperatur* aus Veränderungen dieser Abstände, welche Folgen einer dadurch hervorgebrachten Aenderung in dem Verhältniss der Intensitäten der anziehenden und der abstossenden Kraft sind.

Dass wir an den Oberflächen der festen Körper keine von den Zwischenräumen ihrer einfachen Theile herrührenden Vertiefungen wahrnehmen, beweist die Nichtexistenz solcher Zwischenräume durchaus nicht. Denn da nach allen Erfahrungen die Ausdehnung der einfachen Theile selbst äusserst gering seyn muss, so können auch ihre Zwischenräume so klein seyn, dass wir sie beim Befühlen der Oberflächen nicht bemer-

nen, worin es Statt hat, entfernt worden sind, durch ihre eigene Wirkung ganz vernichtet, und die Theile bleiben entweder in beständiger Bewegung, oder begeben sich in einen Zustand des stabilen Gleichgewichtes.

Siehe Lagrange Mécanique analytique, 1ste Ausgabe, p. 58. No. 16 u. f. 2te Ausgabe Bd. 1, p. 66. No. 21—25. Laplace Traité de mécanique céleste, Bd. 1. p. 87. Poisson Traité de mécanique, No. 178. Bd. 1. p. 258. No. 472 u. f. Bd. 2. p. 297.

Dass das Gleichgewicht der Theile der festen Körper ein *stabiles* ist, ergiebt sich aus ihrer Festigkeit und ihrer Elasticität. Wäre es ein *nicht stabiles*, so müssten sie durch den geringsten Stoss zerstört werden.

ken, weil die Theile unfers Körpers nicht darein einzudringen vermögen. Mittelft des Gefichtes nehmen wir die Körper dadurch wahr, dafs die Lichtftrahlen von ihrer Oberfläche zurückgeworfen werden und dann mannigfaltig modificirt in unfer Auge gelangen. Die Zurückwerfung erklärt fich aus einer abftofsenden Wirkung, welche die Theile der Körper auf die des Lichtes ausüben. Diefe Wirkung mufs bei einer äufserft geringen Gröfse der einfachen Theile und ihrer Zwifchenräume fehr nahe die nämliche feyn, als ob jene den Raum der Körper ftetig erfüllten, und es ift demnach leicht erklärbar, dafs wir durch das Auge zwar die Oberflächen der Körper felbft, aber nicht die daran befindlichen Zwifchenräume zwifchen ihren einfachen Theilen wahrnehmen. Könnten alfo für die anziehenden und abftofsenden Wirkungen diefer Theile Gefetze aufgefunden werden, aus welchen ihre Erhaltung in einem ftabilen Gleichgewicht nach den Gefetzen der Mechanik deducirt werden kann, fo würde von allen Annahmen über den innern Bau der feften Körper gewifs die im Vorhergehenden auseinandergefetzte ihren phyfifchen Eigenfchaften am beften entfprechen.

Der Zuftand des Gleichgewichtes oder der Bewegung eines Syftems von materiellen Theilen, die durch anziehende und abftofsende Kräfte aufeinander wirken, hängt ab: von der *Maffe und Form der Theile*, von ihren *Pofitionen in Beziehung auf einander*, und von dem *Gefetz*, *wonach die Intenfität der anziehenden und abftofsenden Kräfte fich bei zunehmender Entfernung ändert.* Damit das Syftem in ftabilem Gleichgewicht feyn kann, mufs ein jedes die-

ſer drei Dinge gewiſſe, unter ſich in Verbindung ſtehende, Bedingungen erfüllen. Zur Erforſchung der Art, auf welche das Gleichgewicht der einfachen Theile der feſten Körper beſteht, dieſe Dinge ſämmtlich aus den Geſetzen der Mechanik direct a priori zu beſtimmen, iſt nicht möglich, ſondern ſie müſſen zur Erleichterung der Unterſuchung zum Theil entweder aus der Erfahrung entlehnt, oder mit Hülfe einer darüber gemachten Hypotheſe auf indirectem Wege beſtimmt werden.

Da in einem ſolchen Syſtem nur dann Gleichgewicht Statt haben kann, wenn bei jedem einzelnen der materiellen Theile die Reſultante der Wirkungen der übrigen null iſt, ſo iſt hierzu nothwendig, daſs die Theile in Rückſicht ihrer gegenſeitigen Lagen nach einem gewiſſen Geſetz geordnet ſind. Nun zeigen ſich bei den *unorganiſchen* feſten Körpern die deutlichſten Spuren einer regelmäſsigen Anordnung der einfachen Theile. *Die meiſten davon ſind entweder ſelbſt Kryſtalle, d. h. Körper von regelmäſsigen, durch lauter ebene Flächen begränzten Formen, oder ſie ſind Zuſammenſetzungen von kleinern Körpern dieſer Art, oder ſie ſind durch eine langſame partielle Auflöſung ſolche regelmäſsige Formen anzunehmen fähig* *). Sie haben ferner die Eigenſchaft, ſich nach gewiſſen, mit den *Gränzflächen einer einfachen Kryſtallform ihrer Subſtanz* paralle-

*) Siehe die von Daniell hierüber gemachten Beobachtungen. A Journal of Science and the Arts, edited at the royal Inſtitution 1816. No. 1. p. 24, Schweiggers Journal für Chemie und Phyſik, Bd. 19. p. 38, und Annales de Chimie et de Phyſique, Tom. 2. p. 287.

len Richtungen nach *ebenen Flächen*, und *weit leichter* als nach *allen andern Richtungen* theilen zu lassen. Diese natürlichen Trennungsflächen sind bei allen Krystallen der nämlichen Substanz, und sogar bei den amorphen Stücken derselben die nämlichen, und sowohl sie, als die verschiedenen Krystallformen der Substanz lassen sich, ungeachtet der grossen und mannigfaltigen Verschiedenheit der letztern, mittelst der Annahme einer gewissen regelmässigen, bei jedem Stück der Substanz statthabenden Form und Stellungs-Art der einfachen Theile, wenn auch nicht vollständig erklären, doch so unter ein allgemeines Gesetz bringen *), dass wir sie hauptsächlich als eine Folge

*) Siehe Hauy Essai d'une theorie sur la structure des cristaux, Paris 1784, dessen Traité de minéralogie, Paris 1801, (ins Deutsche übersetzt von Weiss) und dessen Traité de cristallographie, Par. 1822. Kurze Darstellungen seiner Theorie der Structur der Krystalle enthalten: sein Traité élémentaire de physique, Par. 1803, 1806, 1821 (übersetzt von Weiss, Lpz. 1805, von Blumhof, Weimar 1804), ferner Grens neues Journal der Physik, Bd. 2. p. 418.

Als genügende Erklärungen sind diejenigen, welche Hauy in diesen Schriften von den Formen und natürlichen Trennungsflächen der Krystalle aus einer Hypothese über die Form und Stellungs-Art ihrer mechanisch einfachen Theile giebt, nicht zu betrachten, und es ist auch weder bei seiner Voraussetzung über die Natur dieser Theile, noch bei irgend einer andern möglich, hieraus allein vollständige Erklärung davon zu geben. Denn die äussere Form der Krystalle bildet sich bei ihrer Entstehung. Diese geschieht dadurch, dass sich aus einer, aus mehreren Stoffen bestehenden Flüssigkeit der eine ganz oder zum Theil abscheidet und in den festen Zustand übergeht; mithin dadurch, dass die Theile einer Materie aus einem Zustande des Gleichgewichts, wobei die Mate-

einer ſolchen, ſowohl zur Bildung als zum Fortbeſtehen feſter Körper nothwendigen Stellungs-Art der einfachen Theile anzuſehen berechtigt ſind. Es gewinnt dieſe Anſicht auſserdem auch dadurch ſehr an Wahrſcheinlichkeit, daſs wenn flüſſige Materie ſich zu feſten Körpern bildet, es beinahe immer in Kryſtallen geſchieht. Jene Eigenſchaften der kryſtalliſirten Mineral-Körper bieten uns daher ein Mittel dar, auf die zur Erhaltung des ſtabilen Gleichgewichts ihrer einfachen Theile nothwendige Stellungs-Art derſelben zu ſchlieſsen, und ſomit ein, die Unterſuchung über dieſes Gleichgewicht erleichterndes Datum zu erhalten. Es wird deshalb zweckmäſsig ſeyn, die Unterſuchung über den innern Bau der feſten Körper bei dem der *kryſtalliſirten* anzufangen. Da die *meiſten*

rie durchaus flüſſig war, in einen andern übergehen, wobei ein Theil davon feſt iſt. Die Flächen der Kryſtalle bilden bei dem neuen Zuſtande des Gleichgewichtes die Gränzflächen zwiſchen dem feſten und flüſſigen Theile. Ihre äuſsere Form iſt daher von der Art abhängig, auf welche zwiſchen den Atomen beider Theile Gleichgewicht möglich iſt, und mithin nicht blos von der Stellungs-Art der Atome, ſondern auch von dem Geſetz ihrer wechſelſeitigen Wirkung. Die natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle ſind Flächen, nach welchen ihr Zuſammenhang geringer iſt, als nach andern. Auch die Stärke des Zuſammenhanges muſs bei jeder Richtung der Theilungsfläche nicht blos von der Form und Stellungs-Art der einfachen Theile, ſondern auch von den Geſetzen ihrer wechſelſeitigen Wirkung abhängig ſeyn. Bei der Erklärung jener beiden Eigenſchaften müſſen daher nicht blos die Form und Stellungs-Art dieſer Theile, ſondern auch die Geſetze ihrer wechſelſeitigen Wirkungen berückſichtigt werden.

unorganiſchen zu dieſer Klaſſe gehören, ſo iſt zu erwarten, daſs eine Theorie ihres innern Baues leicht in eine *allgemeine Theorie des Baues unorganiſcher Körper* wird erweitert werden können.

Die Art, auf welche Hauy die Formen und natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle aus der Form und Stellungs-Art ihrer mechaniſch einfachen Theile erklärt, iſt in Kurzem die folgende. Er nimmt bei jeder in Kryſtallen vorkommenden mineraliſchen Subſtanz eine einfache, durch ebene Flächen begränzte Form, die man durch eine Theilung nach den natürlichen Trennungsflächen aus jedem ihrer Kryſtalle erhalten kann, und die bei den meiſten Subſtanzen auch unter den Formen der Kryſtalle ſelbſt mit vorkommt, als ihre Grundform (*forme primitive*) an. Er denkt dieſe Form nach den natürlichen Trennungsflächen weiter in ſehr kleine, einander gleiche polyëdriſche Körper eingetheilt, betrachtet dieſe als die mechaniſch einfachen Theile (molécules intégrantes) der Subſtanz, und bildet aus ihnen alle übrigen Kryſtallformen derſelben dadurch nach, daſs er ſie in, nach mannigfaltigen Geſetzen ab- oder zunehmenden Schichten ſo auf die Primitiv-Form anlegt, daſs ihre bei dieſer Form ſtatthabende Stellungs-Art regelmäſsig fortgeſetzt wird. So hat z. B. der Kalkſpath drei Reihen natürlicher Trennungsflächen, wovon jede mit einer der drei Seitenflächen des, unter ſeinen Kryſtallformen ſelbſt mit vorkommenden, ſtumpfwinkligen Rhomboëders *EAGOIKA'* Fig. 1 parallel iſt. Durch eine Theilung nach dieſen natürlichen Trennungsflächen, die bei allen Kryſtallen des Kalkſpathes die nämlichen ſind, erhält man aus einem jeden Kryſtall deſſelben

ein Rhomboëder, welches deshalb von Hauy als *Primitiv-Form* des Kalkſpathes angeſehen wird *). Wird nun dieſes letztere nach den, mit ihren Seitenflächen parallelen natürlichen Trennungsflächen weiter ſo getheilt, daſs die theilenden Flächen lll, $l'l'l'$, $l''l''l''$, $l'''l'''l'''$ etc., mmm, $m'm'm'$, $m''m''m''$, $m'''m'''m'''$ etc., nnn, $n'n'n'$, $n''n''n''$, $n'''n'''n'''$ etc. Fig. 1, ſämmtlich gleiche Abſtände von einander haben, ſo zertheilt ſie ſich in kleine, unter ſich gleiche und ihr ſelbſt ähnliche Rhomboëder $aea'ka$. Solche Rhomboëder von einer äuſserſt geringen, unſern Sinnen nicht mehr wahrnehmbaren Ausdehnung, nimmt nun Hauy als die mechaniſch einfachen Theile (molécules intégrantes) des Kalkſpathes an, denkt daraus die Primitiv-Form deſſelben auf die in Fig. 1 vorgeſtellte Art zuſammengeſetzt, und bildet auf die folgende Art ſeine übrigen Kryſtallformen ſo daraus nach, daſs ſie die nämliche innere Structur erhalten. Denkt man ſich auf die Seitenfläche $AEOI$ der Primitiv-Form eine Schicht von Moleculen aufgelegt,

*) Der Herr Verfaſſer, welcher anfangs die Abſicht hatte, gegenwärtige Abhandlung für ſich erſcheinen zu laſſen, und deshalb eine ausführlichere Entwickelung der Anſichten Hauy's für nöthig hielt, zeigt jetzt, welche Lage die natürlichen Trennungsflächen (oder die Ebenen des Blätterdurchganges) in Bezug auf die Begränzungsflächen einiger anderen Kryſtalle des Kalkſpathes beſitzen, wie z. B. auf die der 6ſeitigen Säule, der ſtumpferen oder ſpitzeren Rhomboëder, erſter oder zweiter Ordnung, und auf die des Drei und Drei-Kantners (Weiſs). Da dieſe Betrachtung indeſs auf die theoretiſchen Anſichten des Folgenden keinen Einfluſs hat, ſo ſind ſie hier, unter Mitwiſſen des geehrten Herrn Verfaſſers, übergangen. *P.*

woran an der Ecke *O* drei Molecule *a*, *b*, *c*, Fig. 2, an jeder der Ecken *I* und *E* ein Molecul fehlt; auf diese eine zweite, die an der Ecke *O* zwei Reihen Molecule *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, an der Ecke *I* den Molecul *x*, und an der Ecke *E* den ihm correspondirenden Molecul weniger hat, als die erste; auf die zweite eine dritte, die an der Ecke *O* zwei Reihen Molecule *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*, *v*, an der Ecke *I* die beiden Molecule *y*, *z*, an der Ecke *E* die ihnen correspondirenden weniger hat, als diese, und so fort; nimmt ganz das Nämliche auch mit der Seitenfläche *AIKG* vor, so bilden die hierdurch entstehenden Flächen *BCO*, *DFK*, *LIMPN* drei Gränzflächen des regelmäfsigen sechsseitigen Prismas. Legt man daher auch auf die übrigen vier Seitenflächen der Primitiv-Form solche an den Ecken *E*, *O*, *I*, *K*, *G*, *H* nach den nämlichen Gesetzen abnehmende Schichten von Moleculen auf, und läſst, um die obere und untere Gränzfläche des Prismas zu erhalten, alle diese Schichten auch an den Ecken *A* und *A'* nach ähnlichen Gesetzen abnehmen, so erhält man diese ganze Krystallform des Kalkspathes als Zusammensetzung der Molecule Fig. 3. Denkt man sich ferner auf jede der obern Gränzflächen der Primitiv-Form eine neue Schicht von Moleculen so aufgelegt, daſs bei jeder die beiden, den Kanten *EO*, *OI*, *IK*, *KG*, *GH*, *HE* zunächst liegenden Reihen von Moleculen unbedeckt bleiben; auf jede von diesen eine zweite, welche die beiden, jenen Kanten zunächst liegenden Reihen Molecule der ersten nicht bedeckt; auf jede der zweiten auf die nämliche Art eine dritte, und so fort, so weit es möglich ist, so bildet die hierdurch entstehende Form *SEOIK* Fig. 4 die obere

Hälfte der durch zwölf ungleichſeitige Dreiecke begränzten Kryſtallform des Kalkſpathes (Chaux carbonatée metastatique Hauy. (*P.*)) und dieſe ganze Form entſteht, wenn man das nämliche Verfahren auch bei den untern Seitenflächen der Primitiv-Form anwendet.

Durch die Syſteme polyëdriſcher Molecule, welche auf dieſe Art entſtehen, können nach den Richtungen der *natürlichen Trennungsflächen* der Kryſtalle Ebenen gelegt werden, die keinen Molecul durchſchneiden, und hieraus erklärt Hauy dieſe *Trennungsflächen.* Zur Erklärung der *Kryſtallformen* der Mineral-Körper wäre es hinreichend geweſen, bei allen die *parallelepipediſche Form* als die der molécules intégrantes anzunehmen; die natürlichen Trennungsflächen aber ſind nicht immer ſämmtlich mit den Seitenflächen eines Parallelepipedes parallel, und deshalb war es zur vollſtändigen Erklärung dieſer Flächen bei einer gewiſſen Zahl von Subſtanzen nothwendig, die parallelepipediſchen Molecule weiter in *Prismen, Tetraëder* und *Octaëder* zu zertheilen, und dieſe als die mechaniſch einfachen Theile (molécules intégrantes) der Subſtanzen zu betrachten. Hauy nennt alsdann die zur Erklärung der Kryſtallformen dienenden *Parallelepipede*, welche immer aus einer gewiſſen Zahl der molécules intégrantes zuſammengeſetzt ſind, die *molécules ſoustractives* *).

Obgleich nun die von Hauy aus ſeinen Hypotheſen über die Form und Stellungsart der mechaniſch einfachen Theile der Kryſtalle gegebenen Erklärun-

*) Siehe deſſen Traité de minéralogie, 1re édit. in 8. T. 1. p. 93—98. p. 284.

gen ihrer Formen und ihrer natürlichen Trennungsflächen nicht als genügend betrachtet werden können, und obgleich ſich dieſe Hypotheſen auf die, mit den oben angeführten Eigenſchaften der feſten Körper nicht übereinſtimmende Vorausſetzung gründen, daſs die einfachen Theile ſich unmittelbar berühren, ſo iſt die Hypotheſe über die Stellungs-Art der einfachen Theile, weil ſie auf eine ſehr groſse Zahl von Beobachtungen gegründet iſt, mit den mannigfaltigen Formen der Kryſtalle allgemein übereinſtimmt, und mit der Vorausſetzung, daſs die einfachen Theile in gewiſſen Entfernungen von einander ſtehen, leicht vereinigt werden kann, als Grundlage einer Unterſuchung über das Gleichgewicht dieſer Theile einer jeden andern vorzuziehen. Ihre Vereinigung mit der genannten Vorausſetzung geſchieht dadurch, daſs man anſtatt Hauy's einander berührender Molecule in deren Mitte andere ſubſtituirt, die ſo klein ſind, daſs ſie die zur Erklärung der oben erwähnten Eigenſchaften der feſten Körper nothwendigen Abſtände erhalten. Hierdurch werden weder die Formen der durch die Molecule gebildeten Syſteme geändert, noch ihre Eigenſchaft, daſs dadurch nach den Richtungen der natürlichen Trennungsflächen Ebenen gelegt werden können, die keinen Molecul ſchneiden *), und ſo-

*) So ſtellt z. B. Fig. 5, 6 u. 7 die Kryſtallformen des Kalkſpathes, die in Fig. 1, 2 u. 3 als Zuſammenſetzungen von Hauy's einander berührenden rhomboëdriſchen Moleculen abgebildet ſind, aus kleinern anſtatt dieſer ſubſtituirten kugelförmigen gebildet dar. Der gröſsern Deutlichkeit wegen ſind die kugelförmigen Molecule gröſser gezeichnet als ſie in der Wirklichkeit angenommen werden können. Es iſt leicht

wohl die Formen als die Trennungsflächen der Kryſtalle können daher noch auf die nämliche Art daraus erklärt werden, wie vorher. Ueberdies laſſen ſich die Hauyſchen Erklärungen durch dieſe Subſtitution beträchtlich vereinfachen. Denn ſubſtituirt man bei denjenigen Subſtanzen, wobei er zur Erklärung der natürlichen Trennungsflächen *prismatiſche* und *tetraëdriſche* molécules intégrantes annimmt, die neuen kleinern Atome *) nicht anſtatt dieſer, ſondern anſtatt der parallelepipediſchen molécules ſoustractives, ſo laſſen ſich doch nach allen Richtungen der natürlichen Trennungsflächen Ebenen, welche keinen Molecul ſchneiden, durch die von ihnen gebildeten Syſteme legen, und mithin dieſe Flächen ſich eben ſo gut erklären, als wenn man die neuen Atome anſtatt der molécules intégrantes ſubſtituirt hätte. Man braucht daher weder um die Formen, noch um die natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle nach Hauy's Art erklären zu können, den neuen ſich nicht berührenden Atomen die verſchiedenen, zum Theil complicirten, Stellungsarten zu geben, die ſie durch eine beſtändige Subſtitution anſtatt ſeiner molécules intégrantes erhalten würden, ſondern nur die *einzige* einfache, die ſie dadurch erhalten, daſs man ſie nur bei den Sub-

einzuſehen, daſs wenn an ihre Stelle andere, auch noch ſo kleine gedacht werden, die aus ihnen gebildeten Formen doch die nämlichen bleiben.

*) Um die Unterſcheidung der in dieſer Abhandlung angenommenen *kugelförmigen* Atome von Hauy's *polyëdriſchen* zu erleichtern, iſt von den an ſich gleichbedeutenden Namen *Atom* und *Molecul* dieſer nur für den letztern, jener beſtändig für die erſten gebraucht.

ſtanzen, wobei er parallelepipediſche molécules intégrantes annimmt, anſtatt dieſer, bei den übrigen aber anſtatt der molécules ſoustractives ſubſtituirt. Wir werden dieſe Stellungsart ihrer Eigenſchaften wegen in der Folge die *parallelepipediſche* nennen.

Da ſich bei der Beſtimmung der wechſelſeitigen Wirkung zweier materiellen Theile die Figur derſelben nicht in allgemeinen Zeichen ausdrücken läſst, und mithin auch nicht die Wirkung ſelbſt, ſo können wir bei der Unterſuchung über die Art, auf welche das Gleichgewicht der einfachen Theile der feſten Körper beſteht, die Figur derſelben nicht als unbeſtimmt in die Unterſuchung einführen, und nachher direct aus den Geſetzen des Gleichgewichtes beſtimmen, ſondern wir müſſen ſie entweder aus der Erfahrung entlehnen, oder mit Hülfe einer darüber gemachten Hypotheſe auf indirectem Wege beſtimmen. Das Erſtere iſt nicht möglich; denn da ſich jede mechaniſche Theilung eines Körpers ſo weit fortſetzen läſst, als wir die dadurch entſtehenden Theile noch wahrzunehmen und zu handhaben im Stande ſind, ſo können wir dieſe Theile nie als einfach betrachten. Es bleibt daher nur das Letztere übrig. Hauy's Hypotheſe polyëdriſcher Formen beizubehalten, würde unzweckmäſsig ſeyn, weil ſie bei ſeiner Art die natürlichen Trennungsflächen der Kryſtalle zu erklären, und bei der Vorausſetzung einer unmittelbaren Berührung der einfachen Theile, eine Folge ſeiner Hypotheſe über ihre Stellungsart iſt. Nimmt man aber dieſe Theile in Entfernungen von einander ſtehend an, ſo iſt ihre Form von der Stellungsart ganz

unabhängig, und die polyëdrische unnatürlich und unwahrscheinlich. Die zweckmäfsigste Hypothese über die Form der Atome ist die der *Kugelform*, theils weil diese Form, als die einfachste, die wahrscheinlichste ist, besonders aber weil ihre Annahme die Aufsuchung eines den Bedingungen stabilen Gleichgewichtes der Atome entsprechenden Gesetzes ihrer wechselseitigen Wirkung ungemein erleichtert. Denn bei dieser Form geht sowohl die ganze Anziehung als die ganze Abstofsung, welche zwei Atome auf einander ausüben, beständig durch die Schwerpunkte von beiden; diese Wirkungen können mithin keine Rotationsbewegung der Atome erzeugen, und man hat nur die Bedingungen ihres Gleichgewichtes in Beziehung auf die progressive Bewegung zu betrachten. Eine jede dieser beiden Wirkungen kann bei jener Form nur in verschiedenen Abständen der Mittelpunkte der Atome verschieden seyn, sie kann mithin durch diesen Abstand und durch andere von ihrer Lage unabhängige Gröfsen allein ausgedrückt werden, und man hat bei der Aufsuchung der Bedingungen ihres Gleichgewichtes nicht nothwendig die Lage aller einzelnen Punkte derselben zu betrachten, sondern nur die Lage ihrer Mittelpunkte.

Ueben nun zwei Punkte eine anziehende und eine abstofsende Wirkung zu gleicher Zeit auf einander aus, so hebt die schwächere von beiden einen ihr gleichen Theil von der stärkeren auf, und es entsteht daraus eine einzige, die, je nachdem die anziehende oder die abstofsende Wirkung überwiegt, anziehend oder abstofsend ist, und von der Intensität gleich der Differenz der Intensitäten beider abhängt. In mathemati-

schen Zeichen ausgedrückt muſs, da beide Wirkungen einander entgegengeſetzt ſind, die eine davon als poſitiv, die andere als negativ betrachtet werden; die aus ihnen hervorgehende Wirkung der Theile läſst ſich daher durch einen einzigen Ausdruck darſtellen, der die algebraiſche Summe von denjenigen iſt, welche die Wirkungen einzeln ausdrücken, und ſie iſt anziehend oder abſtoſsend, je nachdem jener Ausdruck einen negativen oder poſitiven Werth hat. Um ein den Bedingungen des Gleichgewichtes der Atome entſprechendes Geſetz ihrer anziehenden und abſtoſsenden Wirkung zu erhalten, hat man daher nur einen einzigen Ausdruck dafür zu beſtimmen, welcher dieſen Bedingungen Genüge leiſtet.

Da nicht allein die feſten Körper ſelbſt bei jeder äuſsern Form als ſolche beſtehen, ſondern auch die einzelnen Stücke, worin ſie auf eine willkührliche Art getheilt werden, ſo muſs ſich eine jede beliebige Menge ihrer einfachen Theile für ſich allein, und unabhängig von den übrigen im ſtabilen Gleichgewicht erhalten können. Es kann mithin zur Erhaltung des Gleichgewichtes eines jeden einzelnen Atoms nicht die Wirkung aller übrigen im Körper enthaltenen erfordert werden, ſondern nur die Wirkung einer unbeſtimmten Zahl davon, die ohne Störung des Gleichgewichtes willkührlich vermehrt und vermindert werden kann, und dieſes ſetzt nothwendig voraus, daſs nicht blos die Reſultante der Wirkungen null iſt, die ein jeder Atom durch die übrigen erhält, ſondern jede einzelne Wirkung ſelbſt. Hat dieſes Letztere Statt, ſo ſind die Atome in einem Gleichgewicht, deſſen *Stabilität* davon abhängt, ob ihre wechſelſeitige

Wirkung bei den, in ihren Abſtänden Statt habenden Durchgängen durch null, bei zunehmender Diſtanz *aus einer abſtoſsenden in eine anziehende übergeht*, oder *umgekehrt*. Geſchieht in jedem Abſtande das Erſtere, ſo iſt das Gleichgewicht ſicher ein *ſtabiles;* denn die Wirkung zweier Atome iſt alsdann in einem etwas geringeren Abſtande als der, den ſie bei ihren Poſitionen des Gleichgewichtes haben, abſtoſsend, in einem etwas gröſsern anziehend. Wird daher ein Atom durch eine von auſsen auf den Körper wirkende Urſache ein wenig aus ſeiner Lage entfernt, ſo wird er von jedem der übrigen, dem er dadurch genähert worden iſt, abgeſtoſsen, von jedem, von dem er dadurch entfernt worden iſt, angezogen; die Wirkung aller geht alſo dahin, ihn wieder in die vorigen Abſtände von ihnen, und mithin, da dieſe Abſtände ſich nach allen Richtungen kreuzen, ihn wieder in die vorige Lage in Beziehung auf ſie zurückzuführen.

Die Aufgabe, die Art, wie die feſten Körper aus den einfachen Theilen ihrer Materie gebildet ſind, aus einer wechſelſeitigen anziehenden und abſtoſsenden Wirkung dieſer Theile zu erklären, würde alſo aufgelöſt ſeyn, wenn für die, aus beiden zuſammengeſetzte Wirkung ein Geſetz, und für die Theile eine Stellungsart angegeben werden könnte, welche die Eigenſchaft haben, daſs dabei in jedem Abſtande von irgend zweien derſelben ein Uebergang der Wirkung aus abſtoſsend durch null in anziehend Statt findet. Setzt man bei ihnen die ſphäriſche Geſtalt und die mit den Kryſtallformen der Mineral-Körper übereinſtimmende parallelepipediſche Stellungsart voraus, ſo läſst ſich in der That für die wechſelſeitige Wirkung ein jener Bedingung Genüge leiſtendes Geſetz angeben.

(Fortſetzung im folgenden Heft, dem auch die zur Abhandlung gehörigen Kupfertafeln beigelegt werden.)

II.

Ueber das Gesetz der Abnahme der Wärme mit der Höhe;

von

Herrn J. J. Prechtl,

Direktor d. K. K. polytechnischen Instituts zu Wien *).

1. Das Gesetz der Abnahme der Temperatur der Atmosphäre mit der Höhe ist noch nicht mit einiger Genauigkeit ausgemittelt worden. Es hängt von der Bestimmung der Gröfse der Temperaturveränderung ab, welche durch Ausdehnung oder Zusammendrükkung der Luft hervorgebracht wird. Denn wenn wir

*) Der vorliegende Aufsatz, obgleich schon seit geraumer Zeit dem 3ten Bande des trefflichen Jahrbuches des K. K. polytechnischen Instituts zu Wien einverleibt, ist dennoch nicht, so wie er es gewifs seinem Interesse nach verdient, dem gröfseren physikalischen Publikum bekannt geworden. Aus diesem Grunde wünschte der verewigte Gilbert mit demselben die Annalen zu bereichern, und der hochgeschätzte Herr Verfasser, welcher diesem Wunsche entgegen kam, hatte zugleich die Güte, Einiges weiter zu entwickeln und zu verbessern. In dieser verbesserten Gestalt übergebe ich also gegenwärtig den Aufsatz dem Publikum, und erfülle dadurch um so lieber einen der wenigen Wünsche, welche des Verstorbenen unerwartetes Hinscheiden in Bezug auf die Annalen errathen liefs, als der Hr. Direkt. Prechtl mich später selbst seiner Zustimmung zur Aufnahme seines schätzbaren Versuches einen so schwierigen Gegenstand aufzuhellen, mehrmals versicherte. P.

uns für einen Augenblick vorstellen, die ganze Luftmasse, welche die Atmosphäre bildet, sey in gleicher Dichtigkeit, z. B. einer solchen, die einem Stande von einem Zoll Queckfilberhöhe entspräche, und in gleicher Temperatur, z. B. von — 30° R., um die Erde herum verbreitet; und nun setze sich diese Luftmasse nach den Gesetzen der Schwere ins Gleichgewicht, und bilde um die Erde eine Atmosphäre; so wird diese ganze Luftmasse in einen verhältnissmässig kleineren Raum zusammengezogen, die unteren Schichten werden immer dichter und dichter, so dass diese Dichtigkeiten (wenn alle Schichten die nämliche Temperatur besässen (*P.*)) mit dem arithmetisch zunehmenden Wachsthume der Höhen in einer geometrischen Reihe abnehmen. In dem Verhältnisse nun, in welchem die Dichtigkeit der unteren Luftschichten in Folge dieser Zusammendrückung durch die oberen vermehrt wird, wird ihre Wärmecapacität vermindert, oder sie erwärmen sich in dem Verhältnisse dieser Zusammendrückung. Die Temperatur der Atmosphäre muss daher gegen die Erdoberfläche immer mehr, und zwar im Verhältnisse der den relativen Höhen entsprechenden Luftdichtigkeit zunehmen.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass diese durch die erste Verdichtung erzeugte Temperaturerhöhung nur so lange Statt finden könne, bis der Wärmeüberschuss wieder in der kälteren Umgebung sich ausgeglichen hat, indem diese Wärmezunahme von einer bleibenden Wärmequelle (der Sonne) unabhängig ist. Eben dieser Fall ist auch bei den Veränderungen des Barometerstandes in der Atmosphäre vorhanden; denn wenn

das Barometer ſteigt, folglich die untern Luftſchichten ſich verdichten, ſo erhöhen dieſe im Verhältniſs dieſer Verdichtung ihre Temperatur, und umgekehrt bei dem Fallen des Barometers vermindern ſie dieſelbe der unten Statt findenden Luftverdünnung.

Betrachten wir auf der andern Seite die bleibende Erwärmung der Luftſchichten als die Wirkung des Sonnenlichts; ſo wird auch hier die Temperatur der einzelnen Luftſchichten im Verhältniſs ſtehen müſſen mit ihrer Dichtigkeit. Denn nehmen wir z. B. zwei Portionen Luft an, welche der Sonne unter gleichen Umſtänden ausgeſetzt ſind, und von denen die eine doppelt ſo dicht iſt, als die andere: ſo wird die Sonne die gleichartigen Theile dieſer beiden Luftportionen auf gleiche Weiſe erwärmen, d. i. jedes Lufttheilchen wird dieſelbe Wärmemenge aufnehmen, ſowohl in der dichteren als in der dünneren Portion, in dem angenommenen Falle daher die dichtere Portion genau die doppelte Wärmemenge der dünneren. Da aber die dichtere Luft eine geringere Wärmecapacität als die dünnere beſitzt, ſo wird ein Theil dieſer Wärmemenge nicht in der dichteren Portion gebunden bleiben können, ſondern ihre Temperatur auf dieſelbe Art erhöhen, als wenn die dünnere, auf den gleichen Grad durch die Sonne erwärmte Portion in einen doppelt ſo kleinen Raum zuſammengedrückt worden wäre.

Es läſst ſich hiernach für alle Fälle, es mag in den Schichten der Atmoſphäre Temperaturänderung durch barometriſche Schwankungen, oder durch den Einfluſs der Sonne hervorgebracht werden, der Satz annehmen, daſs die Abnahme der Temperatur in der

Atmoſphäre mit der Abnahme der Dichtigkeit der Luft im Verhältniſs ſtehe, und daſs daher die Gröſse dieſer Temperaturänderung durch die Quantität der Wärme gemeſſen werde, welche bei der Verdichtung der Luft frei, oder bei ihrer Verdünnung gebunden wird, ein Satz, welcher durch die genaue Uebereinſtimmung des auf dieſe Annahme gegründeten Geſetzes mit der Erfahrung ſeine Beſtätigung erhält.

2. Die Gröſse der Abnahme der Temperatur der Atmoſphäre mit der Höhe läſst ſich daher beſtimmen, wenn man die Gröſse der Temperaturänderung kennt, welche durch die Ausdehnung oder Zuſammendrückung der Luft hervorgebracht wird. Es ſey die Gröſse der Ausdehnung oder Zuſammenziehung eines Luftvolumens, durch welche 1° R. Erniedrigung oder Erhöhung der Temperatur deſſelben hervorgebracht wird $= x$

der untere Barometerſtand $= h$
der obere - - $= h'$
die untere Temperatur $= t$
die obere - - $= t'$

ſo iſt, da die Luftdichtigkeiten den Barometerſtänden proportional ſind *)

*) Der hochgeehrte Herr Verfaſſer wird nicht miſsverſtehen, wenn ich hier den Wunſch äuſsere, daſs es ihm gefallen haben möchte, die Grundſätze näher zu entwikkeln, welche ihn bei Aufſtellung der obigen Formel leiteten. Denn wenn eine verticale Luftſäule, mittelſt horizontaler, für die Wärme undurchdringbarer, ſonſt aber beweglicher Scheidewände, in eine beliebige Anzahl von Schichten getheilt, angenommen wird, und man nun die Bedingung macht, daſs

$$\frac{h-h'}{h} = x(t-t') \text{ oder } t' = t - \frac{h-h'}{hx}$$

3. Da keine genauen Bestimmungen über die :öſse der Temperaturverminderung bei einer be-mmten Ausdehnung der Luft vorhanden sind, so chte ich diese Gröſse, oder den Werth von x, durch gene Versuche aufzufinden, und wählte dazu fol-nde Vorrichtung:

An eine Thermometerröhre von etwa ½ Linie in-erem Durchmesser ist ein gläserner Cylinder aus ganz

jede Schicht zu Anfange einer gleichen Temperatur und einem gleichen Druck unterworfen ist, hierauf aber den Druck erleidet, welcher derselben nach deren respectiven Lage, durch das Gewicht der auf ihr lastenden Luftmasse zukommt, so kann offenbar die Volumensvergröſserung (oder Dichtigkeitsverminderung) jeder einzelnen Schicht nicht dem verminderten Drucke proportional seyn, indem das Mariottesche Gesetz eine gleichbleibende Temperatur voraussetzt, hier aber mit der Ausdehnung zugleich Erkältung vereint ist, und diese wiederum auf die Gröſse der ersteren eine Rückwirkung ausübt.

Liegen der Formel des Hrn. Verfassers die so eben gemachten Bedingungen zum Grunde, so würde dieselbe eine beträchtliche Abweichung von der zeigen, welche Hr. Poisson in seinem sehr belehrenden Aufsatze über die Wärme der Gase und Dämpfe (den ich bei dieser Gelegenheit den Annalen einverleiben zu müssen glaubte) bekannt gemacht hat. Dem Herrn Verfasser zufolge stehen Druck und Temperatur der atmosphärischen Luft, wenn die Wärme sich nicht von einer Schicht zur andern mittheilt, in denselben Beziehungen wie die Coordinaten einer geraden Linie, hingegen Herrn Poisson's Formel diese Gröſsen als Coordinaten einer *höheren Parabel* angiebt. Ich habe nicht versucht, in wie weit sich durch letztere die Beobachtungen des Hrn. Gay-Lussac darstellen lassen. *P.*

dünnem Glaſe, von etwa 3—4 Linien Weite, angeblaſen. Dieſer Cylinder wird bis zu einem Punkte, welcher etwa einen halben Zoll über der Stelle liegt, an welcher der Cylinder mit der Thermometerröhre vereinigt iſt, mit Queckſilber gefüllt, und von dieſem Punkte aus, welchen ich den Nullpunkt nennen will, die Länge der Röhre gemeſſen, welche durch dieſe Queckſilbermenge angefüllt wird. Dieſe Länge der Röhre theilt man ſonach durch Kalibriren in zehn gleiche Theile, und bricht die Röhre dann zwiſchen der dritten und vierten Abtheilung ab; weil nur dieſe untere Länge nöthig iſt. Jede dieſer Abtheilungen theilt man nun wieder in funfzig oder hundert gleiche Theile, in welchem letzteren Falle die Grade dieſes Luftthermometers Tauſendtheile der Capacität des Cylinders ausdrücken. Zuletzt füllt man die ganze Röhre mit trockener Luft, und bringt endlich eine Queckſilberſäule von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Länge in dieſelbe; ſo daſs ſie z. B. bei einer Temperatur von 0° R. oder von einigen Graden darüber bis an den oben bezeichneten Punkt zu ſtehen kommt. Die obere Mündung der Röhre wird mit einem kleinen Hahne verſehen, welcher vollkommen luftdicht ſchlieſst. Bei dem Inſtrumente, mit welchem ich Verſuche anſtellte, hatte die graduirte Röhre eine Länge von 9 Zoll, auch war an demſelben der Cylinder, etwa parallel mit der Röhre, aufwärts gebogen.

4. Ich beobachtete mit dieſem Inſtrumente auf folgende Art. Indem man den Cylinder deſſelben einer niederen Temperatur ausſetzt, z. B. in Eis ſtellt, bringt man die Queckſilberſäule bis auf den Nullpunkt herab (oder auch auf irgend einen höher liegenden),

und verſchlieſst alsdann den Hahn an der oberen Oeffnung. Man bringt hierauf das Inſtrument in eine höhere Temperatur in erwärmte Luft, z. B. im Winter in die Nähe eines Zimmeroffens, mit einem Queckſilberthermometer, welches Zehntel eines Grades zeigt, und bemerkt genau die Temperatur. Hierauf öffnet man den Hahn, und bemerkt den Stand des unteren Randes der Queckſilberſäule, welche von der Luft plötzlich in die Höhe gehoben wird (den Stand der plötzlichen Ausdehnung). Man läſst hierauf das Inſtrument in derſelben Temperatur, bei geöffnetem Hahne, und bemerkt gleichfalls den Stand der Luftſäule (den Stand der freien Ausdehnung). Der Unterſchied dieſer beiden Ausdehnungen giebt die Gröſse der Temperaturverminderung bei der vorhandenen Ausdehnung. Es ſey die Gröſse der freien Ausdehnung in den Theilen der Skala $= m$,

jene der plötzlichen Ausdehnung $= m'$,

die Capacität des Cylinders $= V$,

die Temperatur, welche der freien Ausdehnungsgröſse entſpricht $= t$ (R.°),

jene, welche der Gröſse der plötzlichen Ausdehnung zugehört $= t'$;

ſo iſt $t = \frac{m}{0{,}00468 \, . \, V}$ und $t' = \frac{m'}{0{,}00468 \, . \, V}$, folglich $t - t' = \frac{m - m'}{0{,}00468 \, . \, V}$ die Temperaturverminderung für die Ausdehnungsgröſse $= \frac{m'}{V}$.

Z. B. Bei dem Inſtrumente, mit welchem ich Verſuche anſtellte, war die Capacität des Cylinders oder $V = 1500$. Bei einem dieſer Verſuche betrug unter gleicher Temperatur die freie Ausdehnung =

218 Theile der Skale, die plötzliche Ausdehnung = 178 Theile der Skale, folglich war für die Ausdehnungsgröſse = $\frac{178}{1500}$, die Temperaturverminderung = $\frac{218-178}{7,02}$ = 5,°69: oder auf 1° R. betrug die Ausdehnungsgröſse x = 0,0208.

Bei einem andern Verſuche betrug bei einer und derſelben Temperatur die freie Ausdehnung = 285 Theile, die plötzliche Ausdehnung = 235 Theile, folglich war für die Ausdehnungsgröſse = $\frac{235}{1500}$, die Temperaturverminderung = $\frac{285-235}{7,02}$ = 7,°12: oder auf 1° R. betrug die Ausdehnungsgröſse x = 0,219.

5. Der Fehler, welcher bei dieſen Verſuchen durch die Aufnahme der Wärme der ſich ausdehnenden Luft aus dem erwärmten Glaſe entſtehen würde, kann durch einige Uebung in der Behandlungsart des Inſtruments gröſstentheils vermieden werden. Denn wenn man das Inſtrument bei geöffnetem Hahne (um die freie Ausdehnung zu meſſen) aus der höheren Temperatur in eine um 5 bis 6 Grad kältere Luft bringt (z. B. aus der Nähe eines Ofens in einen etwas entfernteren Theil des Zimmers), ſo vergehen einige Sekunden, bis das Queckſilber wieder zu fallen anfängt; ſo daſs alſo das Glas in dieſer Zeit ſeine Wärme an die umgebende Luft verloren hat. Die kurze Zeit alſo, welche vergeht, um das Inſtrument zur Beſtimmung der plötzlichen Ausdehnung einen oder zwei Schritte weit aus ſeiner vorigen Stelle zu entfernen und ſo ſchnell wie möglich zu öffnen, reicht gerade hin, um dem Glaſe jene überflüſſige Wärme zu nehmen, welche auf die Ausdehnungsgröſse einen bedeu-

nden Einfluſs haben könnte, da bekanntermaſsen ei geringen Temperaturunterſchieden die Mitthei-ung der Wärme nur langſam erfolgt, und ein weit röſserer Zeitraum erforderlich ſeyn würde, um bei iner Temperaturdifferenz von 5 bis 6° die Luft in em Inſtrumente um 1° abzukühlen.

6. Auf dieſe Art habe ich, zum Theil unter ab-eänderten Umſtänden, eine bedeutende Menge von 'erſuchen angeſtellt, die unter ſich gut harmonirten nd zeigten, daſs das Reſultat aus denſelben Zutrauen erdiene. Die meiſten dieſer Verſuche geben, auf ie §. 4. erwähnte Art berechnet, für 1° R. Tempe-atur eine Ausdehnungsgröſse zwiſchen 0,021 und ,022 des Luftvolumens. Ich glaubte daher für dieſe ;röſse oder das oben erwähnte $x = 0{,}0215$ als Mit-elzahl ſetzen zu dürfen. Da nun dieſe Zahl, wie nan ſehen wird, in der Berechnung der Tempera-uren in verſchiedenen Höhen, ſehr genau mit den Beobachtungen übereinſtimmt, ſo glaube ich, daſs ſie o genau iſt, als es für die Anwendung immer erfor-lerlich ſeyn dürfte.

7. Die einzigen Angaben über dieſen Gegenſtand, lie meines Wiſſens vorhanden ſind, ſind von Dalton ınd Gay-Luſſac *). Erſterer ſuchte durch Verſuche

*) Indeſs haben die HH. Clement und Desormes bei Gelegenheit ihrer Unterſuchungen zur Beſtimmung des abſoluten Nullpunktes und der ſpecifiſchen Wärme der Gasarten (welche in Blainvilles Journal de Phyſique 1819 aufgenommen wurden) einen hieher gehörigen Verſuch unternommen, von welchen Hr. Poisson neuerdings in ſeinem Aufſatze über die Geſchwindigkeit des Schalles (Connaiſſance de temps pour l'an 1826. p. 257) Gebrauch machte. Wenn das Reſultat des Ver-

mit der Luftpumpe die Temperaturverminderung durch die Ausdehnung der Luft zu bestimmen, und glaubte als Resultat annehmen zu können, daſs bei der Ausdehnung einer doppelt comprimirten Luft eine Temperaturverminderung von etwa 50° F. Statt finde. Diese Annahme ist jedoch viel zu klein (Gilberts Annalen XIV. 101). Herr Gay-Lussac giebt an (*Annales de Chimie et de Physique*, T. IX. p. 308),

suchs auch vielleicht nicht völlig genau ist, so verdient die von den Experimentatoren angewandte höchst sinnreiche Methode, hier gewiſs eine Erwähnung. Die Temperaturveränderungen, welche in einem Gase den Aenderungen seiner Dichtigkeit entsprechen, werden, nebst den letzteren, nach dieser Methode einzig aus der durch die Barometerhöhe gemessene Elasticität des Gases abgeleitet.

1) Man hatte nämlich einen Ballon, in welchem das untere Niveau eines Barometers eingelassen war und der durch einen Hahn luftdicht verschlossen werden konnte, mit Luft gefüllt, welche Druck, Dichtigkeit und Temperatur mit der äuſsern atmosphärischen Luft gemein hatte. Diese 3 Gröſsen seyen mit P, D und ϑ bezeichnet.

2) Nun ward ein Theil der Luft aus dem Ballon entfernt, und dieser bei verschlossenem Hahne so lange sich selbst überlassen, bis die Temperatur im Innern desselben, wiederum der äuſsern gleich war.

Da also von den eben genannten 3 Gröſsen nur der Druck und die Dichte abgeändert worden, die Temperatur aber dieselbe blieb, so lassen sich jene durch P', D', ϑ bezeichnen.

3) Oeffnet man nun auf einen Augenblick den Hahn, damit sich der innere Druck mit dem äuſsern ins Gleichgewicht setzt, und verschlieſst den Ballon darauf schnell, so ist klar, daſs der Druck des Gases gleich ist dem der äuſsern Luft, die Dichte und Temperatur desselben hingegen eine Aenderung erleiden, die von der rasch erfolgenden Compression des Gases abhängig ist. Bezeichnet man die Temperaturerhöhung mit ω,

dafs in dem pneumatifchen Feuerzeug der Schwamm fich entzünde, wenn die Luft auf den fünften Theil ihres Volumens zufammengeprefst wird. Nun entzünde fich der Schwamm wohl auf dem fchmelzenden Blei (323° C.), aber nicht auf dem Wismuth (283 C.), alfo beiläufig bei 300° C., welche Temperatur alfo wenigftens durch jene Zufammendrückung erzeugt werde.

fo ift der Ausdruck für obige Gröfsen bei diefer Epoche: $P, D'', \vartheta + \omega$.

4) Endlich überläfst man den Ballon, bei fortwährend verfchloffenem Hahne, fo lange fich felbft, bis die Temperaturerhöhung ω wieder entwichen ift. Die Dichte (als Luftmenge in einem gegebenen Raume) wird dadurch nicht geändert, bleibt alfo $= D''$; der Druck nimmt eine neue durch das innere Barometer zu meffende Gröfse $= P''$ an, und die Temperatur ift wie beim Anfange des Verfuches $= \vartheta$.

Wie nun aus den beobachteten Barometerftänden P, P', P'', die der unbekannten Temperaturerhöhung ω zugehörige ebenfalls nicht direct gegebene Verdichtung $= \gamma$ gefunden werden könne, zeigt Hr. Poiffon folgendermafsen:

In der erften und vierten Epoche waren die Temperaturen gleich, und mithin findet das bekannte Mariottefche Gefetz über die Proportionalität der Luftdichten mit dem Luftdrucke hier feine Anwendung. Es ift alfo:

$$\frac{D'}{D''} = \frac{P'}{P''}$$

Die in der dritten Epoche erfolgende Condenfation γ hat aber offenbar zum Ausdruck:

$$\frac{D'' - D'}{D'}, \text{ alfo ift auch: } \gamma = \frac{P'' - P'}{P'} \quad \ldots \quad (a)$$

und dadurch folglich gegeben.

Ferner hat die Luft in der 3ten und 4ten Epoche gleiche Dichtigkeit, und mithin der Satz, dafs der Anwuchs der Ela-

Diese Angabe stimmt mit dem oben gefundenen Ausdehnungscoëfficienten näher zusammen, als man nach jener thermometrischen Bestimmungsart erwarten sollte. Denn eine fünffache Zusammendrückung der Luft giebt nach dem angegebenen Resultate meiner Versuche eine Temperaturerhöhung von $\frac{5}{0,0215} =$ 232° R. = 290° C.; was sich von der von Herrn Gay-

sticität eines Gases (oder umgekehrt bei gleichem Druck der seines Volumen) den Temperaturen proportional ist, seine Anwendbarkeit. Die Temperaturen waren ϑ und $\vartheta + \omega$, also ist:

$$\frac{1 + \alpha(\vartheta + \omega)}{1 + \alpha\vartheta} = \frac{P'}{P''} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (b)$$

worin α den allen Gasarten gemeinschaftlichen Dilatationscoëfficienten bezeichnet (der bekanntlich für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, wenn die Dilatation vom Gefrierpunkt des Wassers an gerechnet wird = 0,00375 beträgt).

Aus den beiden Gleichungen (a) und (b) hat man alsdann:

$$\frac{\alpha\omega}{(1 + \alpha\vartheta)\,\gamma} = \frac{(P - P'')\,P'}{(P'' - P')\,P''} \quad \ldots\ldots \quad (c)$$

und sind also jene 3 Barometerstände P, P', P'' nebst der anfänglichen Temperatur ϑ bekannt, so findet man daraus, welche Temperaturveränderung ω der Dichtigkeitsänderung γ entspricht. Alles diess setzt indess voraus, dass durch die Wände des Ballons keine Wärme verloren geht, ein Umstand, der zwar durch Beschleunigung der Condensation und schlechte Wärmeleitung der Materialien verringert, niemals aber ganz gehoben werden kann, und dadurch diese Versuche immer mehr oder weniger unsicher macht.

Bei einem der Versuche der HH. Clement und Desormes waren:

$$P = 0,^{m}7665\ ;\ P' = 0,^{m}75269\ ;\ P'' = 0,^{m}76289$$

ussac angenommenen Mittelzahl nur wenig unterscheidet. Es ist hier übrigens im Vorbeigehen zu bemerken, dass sich im pneumatischen Feuerzeug der Schwamm wahrscheinlich bei etwas niederer Temperatur entzündet, als auf einem heissen Körper, weil im ersteren Falle die heisse Luft ihn nach allen Theilen plötzlich durchdringt, sonach keine Ableitung der Wärme Statt findet.

8. Die Temperatur der Luft in einer bestimmten Höhe der Atmosphäre lässt sich daher nun berechnen, wenn man den gefundenen Werth von $x = 0{,}0215$ in die oben (2) angegebene Formel setzt.

Es ist hier vorläufig zu bemerken, dass vorzüg-

und hiemit giebt die Formel (c)

$$\omega = 1{,}^{\circ}321\ ;\ \gamma = 0{,}01355$$

erstere Grösse in Graden des 100theil. Thermometers ausgedrückt, und letztere auf die als Einheit angenommene Luftdichte D' bezogen. Nimmt man die Verdichtung γ als proportional den Temperaturerhöhungen an, welches innerhalb einer gewissen Gränze erlaubt ist, so hat man als deren Werth 0,01282 für 1° R. = 1,°25 C. Das von Hrn. Reg. R. Prechtl gefundene Resultat ist freilich um 0,00868 grösser, allein theils waren hier die Umstände nicht ganz dieselben (wie man aus S. 273 ersehen wird), theils auch, lässt sich bei diesen Versuchen wohl nie eine völlige Uebereinstimmung erwarten. Die Leser werden gewiss mit Vergnügen ersehen, worin sich die Methode unsers Hrn. Verfassers von denen der französischen Physiker unterscheidet. Eine abermalige Untersuchung dieses für die Theorie der Geschwindigkeit des Schalles wichtigen Gegenstandes ist durch Hrn. Gay-Lussac vorgenommen, wie man aus dem folgenden Auffatz des Hrn. Poisson ersieht. *P.*

lich dreierlei Einflüſſe die geſetzmäſsige Abnahme der Temperatur ſtören, und daher berückſichtigt werden müſſen. Nämlich: 1) die Erwärmung der unteren Luftſchichten durch die Sonne vermittelſt der Erdoberfläche, wenn dieſe Erwärmung nicht anhaltend genug iſt, daſs ſie bis zu groſsen Höhen ihre Wirkung erſtreckt. Im letzteren Falle vertheilt ſich durch die Strömungen aufwärts die Wärme in die oberen Schichten bis zu einer wahrſcheinlich hoch liegenden Gränze, da bei Gay-Luſſac's Luftfahrt das Thermometer in den gröſsten Höhen noch Feuchtigkeit zeigte. So dehnt ſich z. B. durch 20° R. die untere Luft um 0,093 aus, folglich etwas über viermal mehr, als dieſe Luft ſich ausdehnen müſste, um ſich um 1° R. zu erkälten. Folglich kann dieſe durch 20° R. unten ausgedehnte Luft in eine Höhe gebracht werden, wo das Thermometer etwas über 4° R. tiefer ſteht als unten, und ſich um dieſe 4° R. erkälten, ohne ihr Volumen zu ändern. So hoch würde alſo in dieſem Falle die Strömung Statt finden, wenn keine Wärme während des Aufſteigens abgeſetzt würde. Da aber durch dieſe Wärmeabgabe die höheren Luftſchichten wieder erwärmt ſind, ſo geht die Verbreitung dieſer Wärme immerfort aufwärts abnehmend im Verhältniſs der Luftdichtigkeiten. Eine anhaltende untere Erwärmung der Luft ändert alſo das Geſetz der Wärmeabnahme bis zu bedeutenden Höhen nicht. Dieſs wird aber allerdings dann der Fall ſeyn, wenn die Temperatur, welche unten herrſcht, ihre Wirkung nicht hoch genug erſtrecken konnte, welches bei ſehr groſsen Höhen immer der Fall ſeyn wird: daher in ſolchen Höhen die Temperatur in

'hat niedriger seyn zu müssen scheint, als sie durch
as in minderen Höhen Statt findende Wärmegesetz
ngegeben wird; weil die Temperatur des unteren
tandpunktes, mit jener des höheren, auf welchen
ch die äußsere Erwärmung nicht mehr, oder nicht
erhältnissmäfsig mehr erstreckt, nicht in der regel-
ıäfsigen Beziehung steht.

Diese Ursache begründet wahrscheinlich haupt-
ichlich die Variationen in der Schneegränze unter der-
elben geograph. Breite. Denn setzen wir z. B. eine
rosse, ebene oder nur mit niedrigen Gebirgen durch-
chnittene Landfläche, welche durch hohe Gebirge ge-
en Nord und Nordost vor den kalten Winden ge-
chützt ist: so wird dieses Land einen regelmäfsigen
ommer mit geringen Temperaturdifferenzen haben;
ie untere Erwärmung wird sich Monate lang ununt-
erbrochen in die Höhe verbreiten, und die Schnee-
ränze daher bedeutend über jene Höhe hinausrücken
önnen, welche ihr nach Maafsgabe anderer Länder
ı dieser Breite zukommt.

9. Eine zweite Ursache, die das Gesetz der
'emperaturabnahme stört, sind die Windstriche,
'elche in verschiedenen Höhen die Luft wärmer oder
ilter machen, als sie aufserdem seyn würde. Ein
eispiel dieser Art findet sich in der bereits angeführ-
n Luftreise des Hrn. Gay-Lussac. Bis zu einer
öhe von 1893 Klafter fand die regelmäfsige Tempe-
turabnahme Statt, und das Thermometer zeigte in
eser Höhe 8½° C.; von hier aus stieg das Thermo-
eter mit der Höhe, zeigte bei 1958 Klafter 10½° C.
ıd kam erst bei 2428 Klafter wieder auf 6½° C., und
st bei 2832 Klaftern trat der Thermometerstand in

die regelmäſsige Abnahme zurück. Es zeigte ſich hier alſo ein warmer Luftſtrich, dem eine ſenkrechte Höhe von etwa 873 Klaftern zukam, und welcher die Temperatur der Luftſchichten, die er einnahm, im Mittel um 3° R. erhöhte, wie aus der folgenden Tabelle erhellet, in welcher die berechneten Thermometerſtände aus der im vorigen (§. 2.) angegebenen Formel hergeleitet worden ſind.

Barometerſtand in Centim.	Höhe in Toiſen.	Beobachtete Temperatur R.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
49,68	1893,9	6°,75	5°,89	+ 0,86
49,05	1958,2	8,5	5,5	+ 3,0
45,28	2314,8	7,0	3,21	+ 3,79
44,04	2428,8	6,5	2,45	+ 4,05
43,53	2467,2	5,75	2,24	+ 3,01
42,49	2566,3	4,75	1,68	+ 2,57
41,14	2702,7	3,5	0,68	+ 2,82
39,85	2831,7	2,0	— 0,11	+ 2,11
39,18	2889,4	0	— 0,51	+ 0,51

Man ſieht hieraus, daſs dieſer Windſtrich etwa in der Mitte ſeiner Höhe, bei 2428 Toiſen, ſeine höchſte Temperatur hatte, und dieſe Temperatur ſich aufwärts ſchneller, abwärts langſamer verminderte, gerade wie es unter ähnlichen Umſtänden erfolgen muſste.

10. Die dritte Urſache, welche die Regelmäſsigkeit der Temperaturabnahme in der Atmoſphäre ſtört, iſt die auf den Berggipfeln und Bergrücken durch gemeinſchaftliche Wirkung der Sonne und der stets wechſelnden trockenen und dünneren Luft Statt fin-

dende Verdünſtungskälte, welche nicht nur die benachbarten Luftſchichten erkältet, ſondern auch kältere Luftſtröme nach der Umgebung verurſacht. Daher ſind in der Regel die Berggipfel kälter als die Luft im Freien bei gleicher Höhe. Daher umziehen ſich dieſe Höhen mit Nebel, während die entferntere Luft in gleicher Höhe heiter bleibt: indem die Luft aus gleichen und wärmeren Höhen durch die Windſtriche an dieſelben getrieben wird, ſetzt ſie ihr Waſſer als Nebel, Regen, Reif, Schnee oder Eis ab. Auf der genannten Luftreiſe fand Gay-Luſſac die Temperatur 0 erſt in einer Höhe von 5631 Metres (2889 Toiſen) über *Paris*, oder in 2909 Toiſen über dem Meere, obgleich dieſe Höhe die Schneegränze der *Pariſer* Breite weit, und die Spitze des Montblanc um 2810 Fuſs übertrifft.

11. Die Thermometerbeobachtungen des Herrn Gay-Luſſac auf ſeiner zweiten äroſtatiſchen Reiſe (am 16. September 1804) ſind ganz geeignet, die Richtigkeit des oben angeführten Geſetzes ſowohl, daſs nämlich die Temperaturabnahme im Verhältniſſe der Luftdichtigkeiten erfolge, als auch die Genauigkeit des für x gefundenen Werthes zu beſtätigen, weil dieſe Beobachtungen, zumal in den gröſseren Höhen, von den angeführten Störungen frei ſind.

Nachſtehende Tabelle zeigt die Berechnung der Gay-Luſſac'ſchen Beobachtungen, mit Weglaſſung derjenigen, welche bereits im Vorigen aufgeführt worden ſind.

Barometerſtand in Centim.	Höhe in Toiſen über Paris.	Beobachtete Temperatur o R.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
76,52	0	22°,25	—	—
53,81	1555,6	10,0	8,41	+ 1,59
51,43	1750,6	8,75	6,89	+ 1,86
49,68	1893,9	6,75	5,89	+ 0,86
41,41	2654,6	0,75	0,85	— 0,10
39,18	2889,4	0	— 0,51	+ 0,51
39,01	2911,6	0,5	— 1,07	+ 1,57
37,17	3099,3	— 2,5	— 1,74	— 0,76
36,96	3133,4	— 1,25	— 1,87	+ 0,62
36,70	3151,9	— 2,75	— 2,64	— 0,11
33,39	3532,0	— 5,5	— 4,04	— 1,46
32,88	3579,9	— 7,5	— 4,35	— 3,15

Nimmt man, um die Folgen der verhältniſsmäſsig ungleichen Erwärmung von unten nach oben (8.) zu beſeitigen, von dieſen Beobachtungen nur jene für die gröſsten Höhen, und legt der Berechnung der ihnen zugehörigen Temperaturen, die bei dem Barometerſtande von 39,18 Centim. beobachtete Temperatur von o R. zu Grunde, ſtatt wie in der vorſtehenden Tabelle die Temperatur an der Oberfläche der Erde; ſo erhält man folgende Werthe:

Barometerſtand	Höhen in Toiſen.	Beobachtete Temperatur.	Berechnete Temperatur.	Differenz.
39,18	2889,4	0°	0°	0°
39,01	2911,6	0,5	— 0,2	+ 0,7
37,17	3099,3	— 2,5	— 2,5	0
36,70	3151,9	— 2,75	— 2,9	— 0,15
33,39	3532,0	— 5,5	— 6,8	— 0,3
32,88	3579,9	— 7,5	— 7,5	0

Diefe Vergleichungen zeigen, dafs die Differenzen zwifchen der Beobachtung und Berechnung nicht gröfser find, als die unvermeidlichen Fehler in der Beobachtung mit fich bringen, welche vorzüglich in dem Zurückbleiben des Thermometers beim Auf- oder Niederfteigen des Ballons ihren Grund haben. Man kann fonach das erwähnte Gefetz, welches diefer Rechnung zu Grunde liegt, als hinreichend bewiefen anfehen.

12. Aufser derjenigen Erwärmung, welche die Erdrinde als ein fefter Körper durch die Sonne erhält, hängt alfo die mittlere Temperatur der Erdoberfläche vorzüglich von dem mittlern Drucke der Atmofphäre ab, weil die Erwärmungskraft der Sonne in der Luft von der Luftdichtigkeit bedingt wird. Gefetzt es befinde fich an einem Theile diefer Oberfläche, deffen mittlere Temperatur 10° R. bei 28″ B. betrüge, ein Thal, deffen fenkrechte Tiefe 4973 Klafter betrüge, oder in welchem das Barometer einen Stand von 88″ hätte, fo würde am Grunde diefes Thales die mittlere Temperatur 80° betragen, indem kein Grund vorhanden ift, warum das durch die Erfahrung bewiefene Wärmegefetz nicht eben fo abwärts als aufwärts gelten follte. Die in diefer Luft befindlichen Wafferdämpfe hätten die Dichtigkeit der Dämpfe von 28″ B.; das Waffer würde aber erft bei etwa 109° R. zum Sieden kommen. Der Himmel würde in diefer Tiefe durch die von den dichteren Dämpfen und der dichteren Luft vermehrte Lichtzerftreuung kaum noch eine blaue Farbe haben, u. f. w. In einer Tiefe von 11290 Klaftern oder von etwa drei deutfchen Meilen (bei einem Barometerftande von 377″ W.) würde die Luft die

Glühhitze (430° R.) erreichen; bei einer Temperatur von 10° R. an der Oberfläche der Erde. Aus dieſem Grunde haben die Veränderungen des Barometerſtandes an der Oberfläche der Erde auch Einfluſs auf die Veränderungen der Temperatur: ſetzen wir z. B. das Barometer ſteige von 27″ auf 28″, ſo wird die untere Luft um $\frac{1}{28}$ dichter, folglich um $\frac{1}{28} \cdot 0{,}0215 = 1^{\circ}\frac{1}{5}$ R. erwärmt, und im Gegenfalle erkältet (wenn dieſe Temperaturänderung nicht durch andere Einflüſſe wieder aufgehoben wird).

Durch das angegebene Geſetz der Temperaturabnahme in den verſchiedenen Schichten einer Luftſäule läſst ſich zugleich die Erwärmungsgröſse beſtimmen, welche durch die Luft erzeugt wird, wenn dieſe z. B. in einen tiefen Schacht von der Oberfläche der Erde einſtrömt, und die durch die untere Verdichtung frei werdende Wärme an die Umgebung abſetzt. Betrachten wir ferner den gleichfalls nach dem Mariotte'ſchen Geſetze conſtituirten *phyſiſchen Zuſtand einer Waſſerdampf-Säule von groſser Höhe*, ſo finden wir, daſs in derſelben die Natur ein Mittel habe, in die Tiefen einer Spalte oder eines Schachtes von der Oberfläche der Erde aus die Wärme hinabzuführen, und wie in einem Herde bis zu den höchſten Hitzegraden zu concentriren. Auf der Betrachtung dieſes Zuſtandes beruht die Erklärung der Vulkanität, wie ich ſie im 5ten Bande der Jahrbücher des polytech. Inſtituts als Fortſetzung des vorſtehenden Aufſatzes gegeben habe.

III.

Ueber die Wärme der Gase und Dämpfe;

von

Hrn. Poisson *).

I.

Es sey ϱ die Dichte eines Gases, ϑ seine Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers, p der Druck, den das Gas auf jede Flächeneinheit ausübt, oder das Maafs seiner elastischen Kraft, so hat man

$$p = a\varrho(1+\alpha\vartheta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

worin von den beiden Coëfficienten α und a, der erstere allen Gasarten gemein ist und 0,00375 beträgt; der zweite aber für jede Gasart besonders gegeben seyn muſs. Die totale Wärmemenge, welche in einem gegebenen Gewichte dieses Gases, z. B. in einem Gramm enthalten ist, läſst sich nicht berechnen, wohl aber kann der Ueberschuſs dieser Gröſse über diejenige bestimmt werden, welche ein Gramm desselben Gases, unter einem willkührlich gewählten Druck und einer willkührlich gewählten Temperatur enthält. Bezeichnet man diesen Ueberschuſs mit q, so wird derselbe eine Function von p, ϱ und ϑ seyn, oder einfacher von p und ϱ, weil diese 3 Gröſsen schon durch

*) Aus den Annal. de Chim. et Phys. Tom. XXIII. p. 337.

die obige Gleichung von einander abhängig ſind; man hat alſo

$$q = f(p, \varrho)$$

worin q diejenige Function bezeichnet, deren Form beſtimmt werden ſoll.

Die ſpecifiſche Wärme dieſes Grammen Gaſes, iſt die Wärmemenge, welche man demſelben mittheilen muſs um ſeine Temperatur ϑ um einen Grad zu erhöhen; ſie wird nahe dem Ausdruck $\frac{dq}{d\vartheta}$ gleich ſeyn; man kann ſie aber unter zwei verſchiedenen Geſichtspunkten betrachten, nämlich: entweder den Druck p conſtant ſetzen und dem Gaſe die Freiheit laſſen ſich auszudehnen oder deſſen Volumen conſtant erhalten, und vorausſetzen, der Druck p wachſe mit der Temperatur. Da man zufolge der Gleichung (1) hat:

$$\frac{d\varrho}{d\vartheta} = -\frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad \frac{dp}{d\vartheta} = \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta}$$

ſo folgt, daſs wenn man durch c die ſpecifiſche Wärme des Gaſes bei conſtantem Druck, und durch $c_{,}$ die ſpezifiſche Wärme deſſelben bei conſtantem Volumen bezeichnet, man haben wird:

$$c = -\frac{dq}{d\varrho} \cdot \frac{\alpha\varrho}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad c_{,} = \frac{dq}{d\varrho} \cdot \frac{\alpha p}{1+\alpha\vartheta} \quad ; \quad . \quad . \quad (2)$$

Bezeichnet man nun mit k das Verhältniſs der erſten ſpezifiſchen Wärme zur zweiten, ſetzt alſo:

$$\frac{c}{c_{,}} = k$$

ſo kann man ſchlieſsen:

$$\varrho \frac{dq}{d\varrho} + kp \frac{dq}{dp} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Es ist a priori einzusehen, daſs das Verhältniſs k stets die Einheit übertreffen muſs, denn man gebraucht offenbar mehr Wärme um die Temperatur eines Gases zu erhöhen, wenn dieses sich ausdehnt, als wenn seine Dichte constant bleibt; jedoch kann nur allein der Versuch den Werth der Gröſse k für die verschiedenen Gase kennen lehren, so wie die Abhängigkeit dieses Werthes von dem Drucke und der Dichte. Nach den im 12ten Buche der Mécanique céleste erwähnten Versuchen der HH. Gay-Lussac und Welter, ist die Gröſse für die nämliche Gasart nahe constant, und beträgt für völlig trockene atmosphärische Luft:

$$k = 1{,}3750$$

Setzt man nun voraus, daſs k unabhängig sey von p und ϱ, so wird das Integral der Gleichung (3) folgendes:

$$q = f\left(\frac{p^{\frac{1}{k}}}{\varrho}\right) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ (4)$$

wo f die willkührliche Function bezeichnet. Man schlieſst hieraus:

$$p = \varrho^{k}\,\varphi q$$

und vermöge der Gleichung (1)

$$1 + a\vartheta = \frac{1}{a}\,\varrho^{k-1}\,\varphi q$$

worin φ eine andere Function bezeichnet. Wenn die Gröſse q ihren Werth behält, aber p, ϱ, ϑ in p', ϱ', ϑ' übergehen, so wird man haben:

$$p = \varrho'^{k}\,\varphi q \;\; ; \;\; 1 + a\vartheta' = \frac{1}{a}\,\varrho'^{k-1}\,\varphi q$$

und wenn man φq eliminirt und erwägt, daſs $\frac{1}{\alpha} = 266°,67$, ſo kommt

$$\left.\begin{aligned} p' &= p\left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^k \\ \vartheta' &= (266°,67 + \vartheta)\left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{k-1} - 266°,67 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (5)\ ^{*})$$

*) Die erſte dieſer beiden Formeln drückt, wie man ſieht, eine intereſſante Erweiterung des bekannten Mariotte'ſchen Geſezzes aus. Statt daſs nämlich, bei gleichbleibender Temperatur, die Volumina eines jeden beliebigen Gaſes im einfachen und umgekehrten Verhältniſſe zu den drückenden Kräften (oder zu den ihnen gleichen Elaſticitäten der Gaſe) ſtehen, findet zwiſchen dieſen Gröſsen, wenn keine Wärme bei der Compreſſion entweicht, die Relation Statt, ſo daſs die Elaſticitäten ſich umgekehrt verhalten, wie eine gewiſſe Potenz der Volumina. Für die atmoſphäriſche Luft beträgt deren Exponent $\frac{11}{8}$, und folglich verhalten ſich bei dieſer die Elaſticitäten *nahe* wie die Quadratwurzeln aus den Kuben der Volumina. Vorausgeſetzt daſs keine Wärme entwich und die Luft völlig trocken war. Durch die Verſuche des Hrn. Haycraft, in dem folgenden Auſſatze, iſt es ſehr wahrſcheinlich gemacht, daſs die Gröſse k, oder der eben erwähnte Exponent, für alle Gaſe gleich ſey, und folglich für alle 1,375 betrage. Ob dieſs noch eine Einſchränkung erleidet, müſſen kommende Verſuche entſcheiden.

Die zweite Formel giebt, wenn die Dichtigkeiten vor und nach der Compreſſion nebſt der urſprünglichen Temperatur bekannt waren, die Temperatur, welche durch die Compreſſion erzeugt wird. Statt des Verhältniſſes der Dichtigkeiten läſst ſich, wie leicht zu erſehen, auch das umgekehrte der Volumina ſetzen. Will man aber die Dichtigkeiten durch die Elaſticitäten erſetzen, ſo nimmt die Formel die Geſtalt an:

$$\vartheta' = (266°,67 + \vartheta)\left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 266°,67$$

Die Gleichung (5) enthält die Geſetze der Elaſticität und der Temperatur der Gaſe, wenn ſie ohne Veränderung ihrer Wärmemenge zuſammengedrückt oder ausgedehnt werden; dieſs würde Statt finden, entweder wenn die Gaſe in Gefäſsen enthalten wären, welche der Wärme keinen Durchgang geſtatteten, oder die Zuſammendrückung, wie bei dem Schalle, ſo raſch geſchähe, daſs der Verluſt an Wärme als Null betrachtet werden kann. Wenn z. B. in dem pneumatiſchen Feuerzeuge das Volumen der Luft plötzlich von 5 auf 1 zurückgeführt wird, ſo hat man $\varrho' = 5\varrho$, und dadurch findet ſich vermittelſt des obigen Werthes von k:

$$\vartheta' - \vartheta = 221^\circ + (0{,}83)\,\vartheta$$

woraus man ſieht, daſs die Erhöhung der Temperatur, um ſo gröſser iſt, als die urſprüngliche Temperatur ſelbſt mehr erhöht war; für $\vartheta = 0$ hat man $\vartheta' = 221^\circ$, eine Temperatur, welche die Phyſiker als

in dieſer liefert ſie die Löſung der intereſſanten Aufgabe, über das Verhältniſs zwiſchen der Elaſticität und der Temperatur in einer Luftſäule, die plötzlich vertikal geſtellt wird, und zuvor in horizontaler Lage, überall eine gleiche Temperatur und Elaſticität beſaſs.

Man ſieht überdieſs, daſs die correſpondirenden Aenderungen der Dichte und der Temperatur ſich nicht proportional ſind, und daſs ihre gegenſeitige Abhängigkeit von der Initialtemperatur bedingt wird, ſo daſs in dem Maaſse, wie dieſe gröſser oder kleiner war, auch die aus gleichen Condenſationen erfolgenden Temperaturen mehr oder weniger erhöht ſind. Dieſs erklärt denn auch zum Theil den Unterſchied zwiſchen den Reſultaten des Hrn. Reg. R. Prechtl und den der HH. Clement und Deſormes. *P.*

hinreichend anſehen, um den Feuerſchwamm in der verdichteten Luft zu entzünden.

Eliminirt man ϱ aus der Gleichung (4) mittelſt der Gleichung (1), ſo hatman:

$$q = f\left(ap^{\frac{1}{k}-1}(1+\alpha\vartheta)\right)$$

Um hier die willkührliche Function f zu beſtimmen, iſt es nöthig eine neue Hypotheſe zu machen. Die von Hrn. Laplace im 12ten Buche der Mécaniq. céleste angenommene, beſteht in der Vorausſetzung, daſs die Anwüchſe der Wärmemenge eines Gaſes, proportional ſind, denen ſeiner Temperatur.

Dieſs erfordert, daſs die Function, in Bezug auf die Variable, welche ſie einſchlieſst, vom erſten Grade ſey; und weil

$$\alpha = \frac{1}{266{,}67}$$

hat man alsdann:

$$q = A + B\,(266{,}67 + \vartheta)\,p^{\frac{1}{k}-1} \quad . \; . \; . \quad (6)$$

worin A und B zwei willkührliche Conſtanten ſind. Die ſpecifiſchen Wärmen c und $c_{\prime}$ ſind alsdann:

$$c = Bp^{\frac{1}{k}-1} \quad ; \quad c_{\prime} = \frac{1}{k}\,Bp^{\frac{1}{k}-1}$$

Dieſe hangen nicht von der Temperatur ϑ ab, und werden für jeden Druck bekannt ſeyn, wenn ſie für einen beſtimmten Druck gegeben waren. Die HH. Laroche und Berard geben $c = 0{,}2669$ für Luft unter dem Druck von $0^{m},76$; wobei die ſpecifiſche Wärme eines gleichen Gewichtes an Waſſer zur Einheit angenommen iſt. Nennt man P den Druck, welcher der Barometerhöhe $0^{m},76$ entſpricht, ſo hat man:

$$0{,}2669 = BP^{\frac{1}{k}-1}$$

woraus im Allgemeinen:

$$c = 0{,}2669 \left(\frac{P}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

und der Werth von c, leitet sich aus dem von c ab, wenn man ihn durch k dividirt. Da diese Gröſse k die Einheit übersteigt, so sieht man, daſs die specifische Wärme eines Grammen Luft, und im Allgemeinen eines jeden Gases, sich vergröſsert, wenn die elastische Kraft p abnimmt.

Bezeichnet man durch m die Wärmemenge, welche ein Gramm Luft verliert, wenn dessen Temperatur um n Grade erniedrigt wird, der Druck aber constant bleibt, so hat man:

$$m = n\,(0{,}2669) \left(\frac{P}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

Bei gleichem Volumen und bei derselben ursprünglichen Temperatur, wird das Gewicht der Luft (was unter dem Druck $p = 1$ Gramm betrug (P.)) unter dem Druck p', zu $\frac{p'}{p}$ Gramm, und nennt man m' den Wärmeverlust dieses zweiten Volumens für die nämliche Temperaturerniedrigung, so hat man:

$$m' = \frac{np'}{p}\,(0{,}2669) \left(\frac{P}{p}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

woraus man schlieſst:

$$\frac{m'}{m} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{k}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

als das Verhältniſs der Wärmeverlüste, welche das

nämliche Volumen Luft unter verſchiedenem Drucke erleidet.

II.

Hr. Laplace, aus deſſen Mécanique céleste livr. XII. die Formeln (6) und (7) entlehnt ſind, hat die erſten von dieſen auch auf den Waſſerdampf angewandt. Dieſs ſetzt voraus, 1) daſs wenn ein Gramm Waſſerdampf gebildet iſt und dieſem weder mehr hinzugefügt wird, noch ſich etwas von demſelben niederſchlägt, das Verhältniſs der ſpecifiſchen Wärme unter conſtantem Druck zu derjenigen bei conſtantem Volumen, ein unveränderliches ſey; 2) daſs die Wärmemenge, welche erforderlich iſt, um bei conſtantem Druck die Temperatur eines Grammen Waſſerdampf um eine beliebige Anzahl von Graden zu erhöhen, proportional ſey dieſer Anzahl. Nimmt man dieſes an; nennt C die erforderliche Wärmemenge um unter dem Druck $0^m,76$ und der Temperatur $100°$ einen Gramm Waſſer, welcher anfangs die Nulltemperatur beſaſs, in Dampf zu verwandeln; bezeichnet mit Q die Wärmemenge, welche zur Verdampfung deſſelben Grammes Waſſer, bei der Temperatur ϑ und dem Druck p erfordert wird; bezeichnet mit γ die ſpecifiſche Wärme des Waſſerdampfes unter dem Drucke $0^m,76$, und erſetzt endlich in der Gleichung (6) den Druck p durch die Barometerhöhe $= h$, welche ihm zum Maaſse dient, ſo muſs dieſe Formel geben: $Q = C$ wenn $h = 0^m,76$ und $\vartheta = 100°$; ſo wie $\frac{dq}{d\vartheta} = \gamma$ wenn $h = 0^m,76$. Beſtimmt man alſo, dieſen Bedingungen gemäſs, die

beiden willkührlichen Conſtanten, welche die Formel enthält, ſo wird dieſe:

$$Q = C + \gamma \left\{ (266{,}67 + \vartheta) \left(\frac{0^m{,}76}{h} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 366{,}67 \right\} \quad . \quad . \quad (8)$$

Es wäre zu wünſchen, daſs die Genauigkeit dieſer Formel durch Verſuche geprüſt, und die 3 Conſtanten C, γ und k mit Schärfe beſtimmt würden.

Nimmt man die ſpecifiſche Wärme eines Grammen Waſſers, oder die Wärmemenge, welche erforderlich iſt um ſeine Temperatur um einen Grad zu erhöhen, zur Einheit an, ſo hat man beiläufig, wenn man das Mittel der von mehreren Phyſikern gefundenen Werthe nimmt:

$$C = 650$$

Nach Hrn. Laroche und Berard hat man gleichzeitig:

$$\gamma = 0{,}8470$$

wenn gleich ſie dieſen Werth von γ mit keiner groſsen Sicherheit gegeben haben, ſo darf man doch annehmen, daſs er ſich nicht ſehr von der Wahrheit entferne, und kann ihn ſo lange anwenden, bis er durch fernere Verſuche abgeändert wird. Hinſichtlich der Gröſse k kennen wir noch keine directen Verſuche, welche zu deren Feſtſetzung dienen könnten; einen genäherten Werth derſelben kann man indeſs aus einer ſehr wichtigen Bemerkung ableiten, welche von mehreren Phyſikern, und beſonders von Hrn. Clement und Deſormes gemacht wurde.

Dieſer Bemerkung zufolge iſt die Wärmemenge, welche in einem Gramm Waſſerdampf enthalten, ſobald der Raum mit dieſem völlig geſättigt iſt, nahe die

nämliche für alle Temperaturen; ſo daſs, wenn man in dem Werthe von Q, folgweiſe ſtatt ϑ verſchiedene Werthe ſetzt, und gleichzeitig ſtatt h die, dieſen Temperaturen entſprechenden, Maxima der Dampfſpannung ſubſtituirt, die Gröſse Q nahe conſtant bleiben muſs. Für $\vartheta = 100°$ iſt die Spannung des Dampfes im Maximo $h = 0^m{,}76$, und dieſe Werthe von ϑ und h machen in dem Werthe von Q den Coëfficienten von γ zu Null. Bezeichnet man durch H die Spannung des Dampfes, welche den Raum bei der Temperatur ϑ ſättigt, ſo muſs dieſer nämliche Coëfficient noch ebenfalls nahe Null ſeyn, wenn man in dieſem H, ſtatt h ſetzt, welchen Werth auch ϑ haben mag. Wir beſizzen alſo die genäherte Gleichung:

$$(266{,}67 + \vartheta)\left(\frac{0{,}76}{H}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 366{,}67 = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

aus welcher man den Werth von k ziehen kann; ſobald man ϑ einen beliebigen Werth giebt, für welche das correſpondirende H durch Beobachtung beſtimmt ward. So z. B. hat man nach der aus den Verſuchen von Dalton *) abgeleiteten Tafel $H = 0^m{,}088742$, wenn $\vartheta = 50°$, mittelſt welcher Werthe die vorhergehende Gleichung giebt:

$$\frac{k-1}{k} = 0{,}0683 \text{ und } k = 1{,}073$$

Gebraucht man Werthe von H, die andern Werthen von ϑ zwiſchen 0° und 100° entſprechen, ſo findet

*) Biot's Traité de Phyſiq. Tom. I. 531. (Annal. d. Phyſ. B. 15. S. 8). *P.*

man Werthe von k, die kaum um 0,01 gröſser, oder um 0,005 kleiner ſind als dieſer. Wir halten uns daher an dieſen Werth von k, und wenn wir neben ihm auch noch die obigen Werthe von C und γ in der Formel (8) ſubſtituiren, ſo kommt:

$$Q = 650 + (0{,}847) \left\{(266{,}67) \left(\frac{0^m{,}76}{h}\right)^{0{,}0683} - 366{,}67\right\}; (10)$$

Die Anwendung dieſer Formel auf Temperaturen, die weit von 100° entfernt ſind, zeigt uns, ob in der That für den Fall der Sättigung, oder wenn $h = H$, der Werth von Q nahe conſtant ſey. Nun hat man $H = 5^{mm}{,}059$ für $\vartheta = 0°$, und dieſs giebt $Q = 658$; für $\vartheta = -19°{,}59$ fand Hr. Gay-Luſſac $H = 1^{mm}{,}3718$, und danach giebt die Formel $Q = 662$; für $\vartheta = 140°$ ſtimmen mehrere Phyſiker darin überein, H einen Werth zu geben, der naho der 4fache von dem bei 100° oder von $0^m{,}76$ iſt, und daraus folgt $Q = 653$; endlich iſt nach Hrn. Chriſtian für $\vartheta = 170°$ der Werth von H nahe dem Doppelten des vorigen gleich, oder nahe gleich $8 \times 0^m{,}76$, und dieſs giebt $Q = 661$.

Man ſieht alſo, daſs die Werthe von Q nicht ſehr von einander abweichen, obgleich ſie ein Temperaturen-Intervall von nahe 200° begreifen, und der Dampf von einer faſt unmerklichen Spannung bis zu einer Spannung von nahe 8 Atmoſphären überging. Dieſes Reſultat rührt daher, daſs die Gröſse k, beim Waſſerdampfe, nur um ein ſehr Geringes die Einheit übertrifft. Man darf indeſs dieſs Verhältniſs nicht durchaus der Eins gleich ſetzen, wie wir auch ſchon oben erwähnten. Man darf auch nicht vergeſſen, daſs die Gröſse Q nur für den Fall der Maxima des Dam-

pſes als conſtant angeſehen werden kann. Wenn der Raum nicht mit Dampf geſättigt iſt, ſo verändert ſich der, durch die Gleichung (10) gegebene, Werth von Q mit h und mit ϑ. Die ſpecifiſche Wärme des Dampfes hängt nur von h ab, und wenn man diejenige für conſtanten Druck mit c bezeichnet, ſo hat man:

$$c = (0{,}847)\left(\frac{0^m{,}76}{h}\right)^{0{,}0683}$$

Die ſpecifiſche Wärme für conſtantes Volumen iſt gleich dem Quotienten dieſer Gröſse c dividirt durch 1,073.

Mittelſt des Werthes von k zieht man aus der Gleichung (9)

$$H = (0^m{,}76)\left(\frac{266{,}67 + \vartheta}{366{,}67}\right)^{14{,}65}$$

Wäre dieſe Gleichung genau, d. h. wäre die Gröſse Q in aller Strenge conſtant, ſo würde dieſe Formel die Spannung des Dampfes in Function ſeiner Temperatur ausdrucken; allein obgleich Q nur ſehr wenig veränderlich iſt, ſo weicht dennoch der durch dieſe Formel ausgedruckte Werth von H, bei hohem Drucke, ſehr ſtark von der Beobachtung ab, denn z. B. für $\vartheta = 170°$ giebt dieſelbe H einen Werth von 13 Atmoſphären, ſtatt 8. Auch für Temperaturen unter 100° ſtellt dieſe Formel nur unvollkommen die Werthe von H dar.

Der Dampf mag nun auf ſeinem Maximum ſeyn oder den Raum nicht völlig ſättigen, ſo giebt die Gleichung (1), welche ſowohl auf Dämpfe als auf permanente *) Gasarten anwendbar iſt, dennoch ſtets die

*) Daſs nach den intereſſanten Verſuchen der Hrn. Davy und

Dichte ϱ des Dampfes, sobald seine Spannung h und seine Temperatur ϑ bekannt sind. Nennt man D die Dichte des Dampfes bei 100° und unter dem Druck 0m,76, so schliefst man daraus:

$$\varrho = \frac{Dh}{0^{m},76} \cdot \frac{366,67}{266,67 + \vartheta}$$

Das Gewicht eines Litre trockner Luft bei der Temperatur von 100° und unter dem Druck von 0m,76 ist gleich 0,945 Gramm. Das, eines Litre Wasserdampfs ist ⅝ des ersteren oder gleich 0,59 Grm., folglich hat das Gewicht eines Volumen v von Wasserdampf, dessen Temperatur ϑ und dessen Spannung h ist, einen Werth von:

$$\frac{vh}{0^{m},76} \cdot \frac{187^{gr},33}{266,67 + \vartheta}$$

den Cubikdecimeter dabei als Volumenseinheit angenommen. Nennt man nun V die Wärmemenge, welche nöthig ist, um diese Dampfmenge zu bilden, wenn das Wasser ursprünglich die Null-Temperatur besafs, so wird V das Produkt aus dieser Grammenanzahl und der Gröfse Q seyn, welche durch die Gleichung (10) gegeben ward, so dafs man hat:

Faraday der Unterschied zwischen den Dämpfen und Gasarten, streng genommen, völlig verschwunden ist, muss jedem einleuchtend seyn. Der Hr. Verfasser schrieb indess den gegenwärtigen Aufsatz wahrscheinlich vor Bekanntwerdung jener Versuche, und überdiess wird man, ungeachtet derselben, die beiden Ausdrücke: Dampf und Gas, mit eben dem Recht in der Physik beibehalten, als man sich in der Chemie, nach Darstellung des Kaliums, noch stets der Unterscheidungen von Erden, Alkalien und Metalloxyden bedient. *P.*

$$V = \frac{h\omega}{0^m,76} \cdot \frac{187,33}{266,67 + \vartheta} \cdot Q$$

Die Einheit, auf welche sich dieser Werth von V ᛁ zieht, ist die Wärmemenge, welche erfordert w um die Temperatur eines Grammen Wassers um nen Grad (des 100theiligen Thermometers (d. H.)) erhöhen, welche Gröſse, wie man weiſs, das 75 fa derjenigen beträgt, die zur Schmelzung eines Gr men Eis von der Temperatur Null erfordert w Nimmt man also die letztere Gröſse zur Einheit an muſs man den Ausdruck von V mit der Zahl 75 r tipliciren.

In den Dampfmaschinen, in welchen man Dampf im Zustand seines Maximums anwendet, rürt die Gröſse Q nicht merklich; das Verhältniſs - V zu h oder der nützlich angewandten Wärm dem auf den Stempel ausgeübten Druck, steht : lich, alles Uebrige gleichgesetzt, im umgekehrten hältnisse von 266,67 + ϑ. Dieſs Verhältniſs wird in dem Maaſse kleiner seyn, als die Temperatur ϑ Dampfes mehr erhöht war, und folglich wächst Verbrauch an Wärme weniger schnell, als die erze Kraft. Die Ersparung des Brennmaterials, we hieraus zu Gunsten der Maschinen mit hohem D hervorgeht, ist indeſs weit entfernt, derjeniger entsprechen, welche die Erfahrung anzugeben sch und man ist daher genöthigt den Vortheil, welche Maschinen darbieten, entweder in einem gering Wärmeverlust oder in anderen Umständen, in B auf deren Construction, zu suchen.

III.

Man nehme an, daſs man 2 verschiedene

habe, von gleicher Temperatur ϑ und unter gleichem Druck p, deren Volumina aber v und v' ſeyn. Wenn man dieſelben in einem Gefäſse, deſſen Capacität gleich $v + v'$ iſt, über einander ſchichtet, ſo iſt klar, daſs dieſelben ſich das Gleichgewicht halten können, da ſie gleichen Druck gegen einander ausüben. Dieſs Gleichgewicht iſt aber kein ſtabiles. Die Erfahrung zeigt, daſs die Gaſe ſich allmählig durchdringen bis ſie völlig mit einander gemengt ſind, auch lehrt dieſelbe, daſs bei dieſem Vorgange weder Verluſt noch Abſorbtion von Wärme Statt findet, ſo daſs man nach einer gewiſſen Zeit ein homogenes Gemenge hat, in welchem das Verhältniſs der beiden Gaſe überall das nämliche iſt und überall ein gleicher Druck p und eine gleiche Temperatur ϑ herrſcht. Aus dieſen durch die Beobachtung erwieſenen Thatſachen kann man ein anderes Reſultat ableiten, welches die Beobachtung gleichfalls beſtätiget.

Wenn man zwei mit einander gemengte Gaſe beſitzt, die bei der Temperatur ϑ das Volumen v füllen, und man mit p und p' den Druck bezeichnet, welchen jedes für ſich getrennt, bei der nämlichen Temperatur ϑ und in dem Volumen v, ausüben würde, ſo wird der Druck des Gemenges ſeyn $= p + p'$. Denn nimmt man zuvor an, die beiden Gaſe ſeyen getrennt, und p' gröſser p, ſo wird, wenn man das Gas von dem Druck p', ohne Veränderung der Temperatur, ausdehnt, bis daſs der Druck gleich p iſt, das Volumen deſſelben ſeyn:

$$v \frac{p'}{p}$$

und nimmt man darauf an, die beiden Gaſe werden in einem Gefäſse übereinander geſchichtet, deſſen Volumen:

$$v + \frac{vp'}{p}, \text{ oder } \frac{v}{p}(p + p')$$

iſt, ſo werden ſich, nach dem eben Geſagten, die Gaſe ohne Veränderung der Wärme mengen, und man wird ein homogenes Gemenge von der Temperatur ϑ und dem Drucke p beſitzen. Nun läſst ſich das Mariotteſche Geſetz eben ſowohl auf Gasgemenge wie auf einfache Gaſe anwenden, und wenn man alſo das Gemenge, ohne ſeine Temperatur ϑ zu verändern, zuſammendrückt, bis ſein Volumen $\frac{v}{p}(p + p')$ zu v geworden, ſo wird der Druck p in $p + p'$ übergehen, welches zu beweiſen hier eben Abſicht war. Daſſelbe Princip findet auch für 3 Gaſe Statt, oder für jede beliebige Anzahl derſelben, die mit einander gemengt werden, ſo wie auch für die Mengungen aus Gas und Dampf. Der Druck des Gemenges wird immer gleich ſeyn der Summe der Drucke, welche dieſe Gaſe oder Dämpfe für ſich allein, bei gleicher Temperatur und unter dem Volumen des Gemenges, ausüben. Man kann im 12ten Buche der Mècanique cèleste ſehen, wie Hr. Laplace dieſs Princip aus Hypotheſen abgeleitet hat, die er über die Wärme und Wärmeſtrahlung der Gaſe machte. Wir haben hier nur zur Abſicht, die Verbindung dieſes Principes mit einer andern Thatſache zu zeigen, welche wir früher erwähnten.

Es ſeyen nämlich n und n' die Grammenzahl zweier verſchiedener Gaſe, welche mit einander ge-

mengt bei der Temperatur ϑ und unter dem Druck p das Volumen v füllen. Man bezeichne durch c und c' die ſpeciſiſchen Wärmen eines Grammen dieſes Gaſes, unter dem conſtanten und p gleichen Druck, ſo wie durch c'' die ſpecifiſche Wärme eines Gemenges unter demſelben Druck; dann hat man:

$$(n + n')\, c'' = nc + n'c' \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Denn ſetzt man voraus, die Gaſe ſeyen, ſtatt mit einander gemengt, nur übereinander geſchichtet, ſo daſs ſie unter dem Drucke p und bei der Temperatur ϑ des Gemenges, von dem ganzen Volumen v nur die getrennten Antheile u und u' einnehmen; ſo wird nach dem eben Geſagten die Wärmemenge die nämliche ſeyn in den gemengten und in den übereinander geſchichteten Gaſen. Dieſe Gleichheit der Wärmemenge wird auch alsdann noch Statt finden, wenn man die Temperatur ϑ der Gaſe oder ihres Gemenges um einen Grad erhöht, und man muſs zu dieſer Erhöhung dem Gemenge die Wärmequantität $(n + n')\, c''$ und den getrennten Gaſen die Quantitäten nc und $n'c'$ mittheilen. Die erſte Gröſse muſs daher der Summe der beiden letzten gleich ſeyn, wie es die Gleichung (11) giebt, welche man leicht auf jede beliebige Anzahl von Gaſen oder Dämpfen anwendet. Eben ſo giebt dieſe die ſpecifiſche Wärme des Gemenges, wenn die jedes einzelnen daſſelbe zuſammenſetzenden Gaſes oder Dampfes bekannt iſt, und umgekehrt kann man ſich derſelben bedienen, um die ſpecifiſche Wärme eines Beſtandtheiles zu finden, wenn die aller übrigen und die des Gemenges gege-

ben ward. Auf diese Art haben die Hrn. la Roche und Berard die specifische Wärme des mit Luft gemengten Dampfes bei der Temperatur von 39° und dem Druck 0m,76 bestimmt, und da sie überdiess die Grammenanzahl der trocknen Luft und des Dampfes, welche in dem Gemenge enthalten waren, kannten, so wie die specifische Wärme der trocknen Luft unter demselben Druck, so konnten sie daraus die specifische Wärme des Wasserdampfes ableiten, welche sich auch auf den Druck von 0m,76 bezog und nicht auf die besondere Spannung des Dampfes, was diese Physiker unentschieden liessen *).

Diese specifische Wärme des Wasserdampfes macht den Werth der Grösse γ aus, deren wir im vorigen Paragraph erwähnten.

Die Gleichung (11) findet auch alsdann noch eine Anwendung, wenn man die specifischen Wärmen für constanten Druck, c, c', c'' durch die ihnen entsprechenden specifischen Wärmen für constantes Volumen ansetzt; d. h. wenn man letztere mit $c_{,}$, $c_{,}'$ und $c_{,}''$ bezeichnet, so hat man auch:

$$(n + n')\, c_{,}'' = nc_{,} + n'c_{,}'$$

Sind nun k, k', k'' die Verhältnisse, von c zu $c_{,}$; von c' zu $c_{,}'$; und von c'' zu $c_{,}''$, so hat man:

$$c = kc_{,} \quad ; \quad c' = k'c_{,}' \quad ; \quad c'' = k''c_{,}''$$

*) Annal. de Chim. T. XXX. p. 132.

und dann schliesst man, aus der Gleichung (11) und der vorherigen:

$$k'' = \frac{nkc_, + n'k'c_,'}{nc_, + n'c_,'}$$

Nun hat man aus dem ersten Paragraph gesehen, dass wenn die Verhältnisse k und k' in Bezug auf 2 Gase ungleich sind, die Grösen $c_,$ und $c_,'$ durch verschiedene Potenzen des Druckes p ausgedruckt werden, und daraus folgt, dass das Verhältniss k'' in Bezug auf ein Gemenge nicht unabhängig ist, von p. Das Verhältniss der specifischen Wärmen bei constantem Druck und bei constantem Volumen, welches für das nämliche einfache Gas als constant, aber für jedes Gas verschieden, vorausgesetzt ward, kann demnach für ein Gemenge aus zwei oder mehreren einfachen Gasen, oder Gasen und Dämpfen, nicht mehr constant seyn, und wenn also diess Verhältniss sich bei den über die atmosphärische Luft unter verschiedenen Drucken angestellten Versuchen als constant gezeigt hat, so war diess nur scheinbar, weil der Werth desselben für das Sauerstoffgas und das Stickgas, aus welchen die atmosphärische Luft besteht, nahe gleich ist. Nimmt man an, dass diess Verhältniss sowohl für Wasserdampf als für trockene atmosphärische Luft beständig ist, so wird der Werth desselben für diese beiden Fluida sehr verschieden, und kann demnach für feuchte Luft nicht mehr beständig seyn, wenigstens dann nicht, wenn das Verhältniss des Wasserdampfes irgend beträchtlich ist. Dieser Bemerkung zufolge

lassen sich die in dem ersten Paragraph aufgestellten Formeln, nicht zugleich auf einfache Gase und auf Gemenge von Gasen oder Dämpfen anwenden, weil sie auf die Unveränderlichkeit des eben erwähnten Verhältnisses gegründet sind.

IV.

Ueber die ſpecifiſche Wärme der Gaſe;

von

Hrn. W. T. Haycraft *).

Die Verſuche, welche ich gegenwärtig der K. Geſellſchaft vorlege, ſind Widerholungen derjenigen, welche ich vor mehreren Monaten in der Abſicht unternahm, die ſpecifiſche Wärme der Gaſe zu beſtimmen. Von der Wichtigkeit des Gegenſtandes überzeugt, ſparte ich keine Mühe meine Unterſuchung weiter zu verfolgen, und deshalb hielt ich gern meine erſten Verſuche ſo lange zurück, bis ich dem Publikum eine neue Reihe derſelben vorlegen konnte, die gröſseres Zutrauen verdiente. Der Apparat, deſſen ich mich bei den letzteren Verſuchen bediente, war darauf berechnet, mit gröſseren Gasquanten zu arbeiten, wie bei dem früheren, und da ich jede erforderlich ſcheinende Vorſicht anwandte, ſo werden dieſe Verſuche gewiſs ein entſcheidenderes Reſultat gegeben haben, als jene. Deſſenungeachtet ſind in den hauptſächlichſten Punkten die Reſultate genau dieſelben. Ich kann daher mit Recht behaupten, daſs die Schlüſſe, zu welchen ich durch die früheren Experimente geführt wurde, genau die umgekehrten von denen ſind, welche ich erwartet hatte, und daſs ſie

*) Aus den Transact. of the roy. Soc. of Edinb. Vol. X. p. 195.

zu gleicher Zeit den Lehren von Black und Crawford, welchen ich bis zu einem gewiſſen Grade Glauben beimaaſs, gänzlich entgegengeſetzt ſind.

Bevor ich jedoch weiter ins Einzelne gehe, wird es nöthig ſeyn die Methoden zu berühren, welche frühere Experimentatoren bei dieſen Unterſuchungen anwandten, und die Punkte zu bezeichnen, welche ich als die Urſachen der Irrthümer in ihren Schlüſſen anſehe. Unter allen dieſen Methoden iſt keine eleganter, als die von Hrn. Profeſſor Leslie angewandte. Da jedoch nach deſſen eigenem Urtheile die Reſultate nicht mit einander übereinſtimmen, ſo ſcheint eine Beſchreibung derſelben unnöthig zu ſeyn. Dr. Crawford's Methode beſteht darin, zwei verſchiedene Gaſe (die zuvor durch Berührung mit Chlorcalcium ihres Waſſergehaltes beraubt wurden) in zwei Gefäſsen von gleicher Gröſse und gleichem Gewichte einzuſchlieſsen, und nachdem dieſe durch eine ſehr ſinnreiche Vorrichtung genau bis zu einer und der nämlichen Temperatur erhitzt waren, ſie beide gleichzeitig in zwei andere Gefäſse zu tauchen, welche Waſſer von einer niedrigern Temperatur enthielten und ebenfalls an Geſtalt, Gröſse und Gewicht einander gleich waren. Mittelſt genau gearbeiteter Thermometer maaſs er nun die durch die beiden Gaſe erzeugte Temperaturerhöhung und beſtimmte dadurch die ſpecifiſchen Wärmen derſelben.

Ich ſehe, abgerechnet daſs die Gasmengen nicht beträchtlich genug waren, um die Reſultate mit hinlänglicher Genauigkeit zu geben, in der Methode ſelbſt, keine Unvollkommenheiten.

Dieſer Mangel iſt bei der von den Hrn. de La Roche und Berard angewandten Methode völlig beſeitigt. Ihr Apparat beſtand aus einer Waſſerſäule, die ſo regulirt ward, daſs ſie beſtändig einen gleichen Druck auf die in einem verſchloſſenen Gefäſse befindliche Luft ausübte, und letztere, angetrieben durch das Gewicht des auf ihr laſtenden Waſſers, drückte auf die Auſsenſeite einer Blaſe, welche das Gas enthielt, deſſen Capacität beſtimmt werden ſollte. Aus dieſer Blaſe ward das Gas durch den Calorimeter getrieben, d. h. durch eine ſpiralförmige Röhre, die in einem mit Waſſer von einer niederen Temperatur gefüllten Gefäſse enthalten war. Ehe jedoch das Gas in den Calorimeter eintrat, ward daſſelbe durch eine beſondere Vorrichtung bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers erhitzt. Nachdem es den Calorimeter verlaſſen hatte, ward es mittelſt Hähne in eine andere Blaſe geführt, und aus letzterer auf gleiche Weiſe wie aus der erſteren wieder ausgetrieben. Durch dieſe wechſelſeitige Bewegung konnten die HH. de La Roche und Berard in jeder Minute 225,2 Kubikzoll eines bis zur Siedhitze erwärmten Gaſes, durch den Calorimeter treiben. Die letzterem mitgetheilte Temperatur ward durch ein Thermometer gemeſſen, und aus vergleichenden Verſuchen die Capacität der verſchiedenen Gaſe abgeleitet.

Die letztere Methode iſt in ſo weit der des Dr. Crawford überlegen, als ſie erlaubte gröſsere Gasmengen anzuwenden. In anderer Hinſicht ſteht ſie weit unter dieſer, da die Verſuche, ſtreng genommen, nicht vergleichend waren. Die atmoſphäriſche Luft, welche der Vergleichung zur Grundlage diente,

wurde dem Verſuch unterworfen und die Reſultate deſſelben angemerkt. Die übrigen Gasarten wurden, zu verſchiedenen Zeiten, bei verſchiedenen Temperaturen des umgebenden Mittels, und unter verſchiedenem barometriſchen Druck unterſucht. Dieſe Anordnung verwickelte in endloſe und ſchwierige Rechnungen, um die ſtattgehabten Differenzen zu verbeſſern. Die gröſste Unvollkommenheit dieſer Verſuche beſtand aber darin, daſs man vernachläſsigte, die Gaſe, vor ihrer Unterſuchung, von ihrem Waſſergehalte zu befreien. Der Apparat ſelbſt lieſs dieſes nicht zu, weil das bei dem Verfahren angewandte Waſſer das Gas und den ganzen Apparat nothwendig in einem Zuſtande von Feuchtigkeit erhielt. Ueberdieſs wurde dieſe groſse Fehlerquelle noch anſehnlich durch die hohe Temperatur vermehrt, der die Gaſe ausgeſetzt waren, indem letztere hiedurch ſich mit noch mehr Waſſerdämpfen beladen muſsten, wie bei der gewöhnlichen Temperatur. Aus dieſem Geſichtspunkt betrachtet, kann man annehmen, daſs durch die Verſuche der HH. de La Roche und Berard wohl die Wärmecapacitäten für die verſchiedenen Gaſe, in ihrem beim Siedepunkt mit Waſſer vereinigten Zuſtand, beſtimmt wurden, keineswegeś aber dieſelbe für die Gaſe im trocknen Zuſtand und bei der gewöhnlichen Temperatur.

Der Apparat, den ich jetzt beſchreiben werde, wird, wie man vielleicht finden mag, die Vorzüge dieſer beiden Methoden vereinigen und frei von ihren Mängeln ſeyn.

Er beſteht aus zwei hohlen Cylindern von Meſſing (Fig. 1), von denen jeder einen Stempel ein-

schliefst, die beide durch Hebel von gleicher Länge an einer Welle befestigt sind. An der Spindel befindet sich noch ein dritter in einen Handgriff auslaufender Hebel, um sie durch einen Gehülfen bewegen zu lassen. Die Cylinder sind an beiden ihrer Enden verschlossen, ausgenommen da, wo die zum Fortgeführen das Gases bestimmten Röhren eingesetzt wurden. Vier Ventile sind auf die Art an jedem Cylinder angebracht, wie man, obgleich es schwer zu beschreiben ist, leicht durch die Zeichnung ersieht (Fig. 1). Eine jede Bewegung des Stempels zwängt eine gewisse Menge Gas durch die Röhren, so dass der Apparat mittelst einer noch hinzugefügten Klappe, doppelt so viel Luft ausführt, als eine Pumpe von gewöhnlicher Bauart.

Die Theile, welche unmittelbar mit den 4 Klappen in Verbindung stehen, endigen sich in 2 Röhren, durch deren eine die Luft, während der Bewegung des Apparates, in einem constanten und nahe gleichförmigen Strom ausgetrieben wird, während durch die andere die Luft, welche den Heizungsapparat und das Calorimeter durchströmt hat, in den Cylinder zurückkehrt, um auf dem ersten Wege wieder ausgetrieben zu werden. Der eben erwähnte Heizungsapparat besteht aus einem ungefähr 16 Zoll langen und mit heissem Wasser gefüllten Metallgefässe, durch das die Röhren streichen, welche die aus dem Cylinder vertriebene Luft aufnehmen. Um versichert zu seyn, dass die Gase genau die Temperatur des im Gefässe enthaltenen Wassers annehmen, sind die Röhren dreimal in dem Gefässe herumgeführt,

bevor ſie hinaustreten. Mittelſt einer unter das Gefäſs geſtellten Lampe, kann man die Temperatur des Waſſers auf jeden erforderlichen Punkt erhöhen. Die letztere Anordnung war indeſs mehr aus Rückſicht auf eine gewiſſe Uebereinkunft, als aus Nothwendigkeit angebracht, da, wie man leicht aus der Art des Experimentirens ſehen wird, eine feſte Temperatur nicht erforderlich war.

Auſserdem wurden zwei Calorimeter angewandt, welche den zuvor beſchriebenen der HH. de La Roche und Berard ähnlich waren. Jedes von dieſen ſtand mit der Röhre in Verbindung, durch welche das Gas aus den Cylindern in den Heizapparat getrieben ward, gleich wie mit der, welche die Luft zu den Cylindern zurückführte. Alle dieſe Röhren waren von Metall und luftdicht gearbeitet.

Der Apparat kann folglich als aus zwei geſonderten Theilen beſtehend betrachtet werden, die genau einander ähnlich ſind und von denen jeder eine gleiche Gasmenge, zwar durch gemeinſchaftlichen Heizapparat, aber durch getrennte Calorimeter wegführt.

Die Verbindungsröhren zwiſchen dem Heizapparat und den Calorimetern waren einen Zoll lang, und jede von ihnen beſaſs eine Oeffnung, durch welche man, um die Temperatur der Gaſe bei ihrem Eintritt in die Calorimeter meſſen zu können, ein empfindliches Thermometer hineinbrachte.

Jedes Calorimeter war in einem polirten Metallgefäſse eingeſchloſſen, um die Entweichung oder Abſorbtion des Wärmeſtoffes während des Verſuches ſoviel wie möglich zu verhindern. Die letzteren ſtanden

überdieſs in einem Gefäſse, das mit Waſſer gefüllt war, welches man in beſtändiger Bewegung erhielt, damit die Calorimeter nichts durch die ungleiche Temperatur der Wände des Zimmers litten.

Um das Füllen des Apparates mit Gas zu erleichtern, war jede das Gas zurückführende Röhre mit einem Hahne verſehen, durch den man den Gasſtrom unterbrechen konnte. Auch war an jeder Seite dieſer Hähne noch ein kleinerer angebracht, durch welchen, wenn man ihn öffnete, die Röhren mit der äuſsern Luft in Verbindung geſetzt wurden.

Wenn man alſo den gröſsern Hahn verſchloſſen und die kleineren geöffnet hatte, ſo muſste bei Bewegung der Maſchine nothwendig die Luft durch einen der kleineren Hähne ein- und durch den andern ausſtrömen, ſo daſs die Luft in dem Apparat beſtändig erneuert ward. Um folglich den Apparat mit Gas zu füllen, war nichts weiter nöthig, als durch eine Röhre, angebracht an dem kleineren zum Einſtrömen der Luft beſtimmten Hahn, eine Verbindung zwiſchen dem Gaſometer oder dem das Gas enthaltenden Recipienten und dem Apparat herzuſtellen. Gewöhnlich ſchaffte ich jedoch bei dieſer Operation die Luft durch eine Luftpumpe aus dem Apparate fort, und öffnete alsdann den Hahn, der mit dem, das erforderliche Gas enthaltenden, Recipienten in Verbindung ſtand. Nach mehrmaliger Wiederholung dieſer Operation fand ich das Gas in der Maſchine, faſt eben ſo rein wie das, was der Gaſometer enthielt.

Durch geringes Nachdenken über die, etwas weitläufig ſcheinende, Beſchreibung des Apparates oder

durch Anſchauung der Zeichnung, wird man wahrnehmen, daſs die in den beiden Theilen der Maſchine enthaltenen Gaſe unter völlig gleichen Umſtänden vorhanden ſind. Denn, die in einer gegebenen Zeit durch die Calorimeter geleiteten Gasmengen waren die nämlichen; die Temperatur der umgebenden Mittel und der barometriſche Druck waren gleich; eben ſo muſste die Temperatur der Gaſe die nämliche ſeyn, weil ſie durch das nämliche heizende Mittel gingen, und endlich war auch die Form der Röhren, Cylinder, Calorimeter und Ventile in beiden Theilen der Maſchine einander gleich.

Mithin muſsten die Temperaturen, welche die beiden einem vergleichenden Verſuch unterworfenen Gaſe mitgetheilt hatten, im geraden Verhältniſs zu deren Wärmecapacitäten ſtehen *); vorausgeſetzt, daſs keine inproportionale Wärmemenge durch die Calori-

*) Wenn man erhitztes Gas ein Calorimeter von der ſo eben beſchriebenen Art durchſtrömen läſst, ſo erhöht ſich die Temperatur des letzteren bis zu einem gewiſſen Grad, der aber ſtets unter dem liegt, welchen das Gas zuvor beſaſs. Die Temperatur dieſes Maximums hängt ab von der Beſchaffenheit der Oberfläche und dem Leitungsvermögen des Calorimeters, ſo wie von der Temperatur des umgebenden Mittels; ſie tritt dann ein, wenn das Calorimeter eben ſo viel Wärme an die Umgebung verliert, als er von dem zugeführten Gaſe gewinnt. Da nun innerhalb einer gewiſſen Gränze, der Wärmeverluſt eines Körpers proportional iſt dem Ueberſchuſſe ſeiner Temperatur über die der kälteren Umgebung, ſo iſt es auch die Wärmemenge, welche dieſem Verluſte gleich iſt und in den obigen Verſuchen durch das Gas herbeigeſchafft wird. Auf dieſem Principe beruhen die Verſuche der HH. de La Roche und Berard, ſo wie die ihnen nachgebildeten des Hrn. Haycraft. *P.*

meter, vermöge der verschiedenen Temperatur der umgebenden Körper entstanden war.

Diese Fehlerquelle war durch die vom Grafen Rumford erdachte Anordnung vermieden, zufolge welcher die Temperatur des umgebenden Mittels zu Anfang des Versuches eben so hoch über die des Calorimeters stehen soll, als am Ende des Versuches unter derselben *).

Die Gasmenge, welche während der Bewegung (eines einmaligen Ganges (*P.*)) des Stempels durch das Calorimeter getrieben ward, betrug 12 Kubikzoll, und da diese Bewegungen nach einem im Zimmer aufgehängten Sekundenpendel regulirt, 120 mal in einer Minute wiederholt wurden, so betrug die ganze während einer Minute durch den Calorimeter getriebene Gasmenge 1440 Kubikzoll. Man braucht indefs diese Mengen nicht in Rechnung zu ziehen, da sie für jedes dem Versuche unterworfene Gas genau die nämliche ist.

Meine Thermometer waren von Hrn. Adie zu Edinburgh verfertigt. Jeder Grad war in 5 Theile getheilt, von einer solchen Gröfse, dafs man sie durch Augenmaafs wiederum in 4 Theile, also den Grad in 20 Theile theilen konnte, wenn man hier die Unvollkommenheiten eines jeglichen Instruments übersieht.

Jedes Calorimeter war mit einem Thermometer versehen, und die Kugel desselben hatte einen gleichen Abstand von jeder der 4 (6? *P.*) Seiten des ersteren.

*) Die hieher gehörige Bemerkung Rumfords findet sich in den Annal. B. XXXXIV. S. 8. *P.*

Zwei kleinere Thermometer waren ſo angebracht, daſs man durch ſie die Temperatur des Gaſes bei ſeinem Eintritt in das Calorimeter und bei ſeinem Austritt aus demſelben beſtimmen konnte. Ferner befand ſich eins in dem Heizapparat und ein anderes in dem Waſſer, welches die Calorimeter umgab.

Nachdem ich beide Calorimeter mit Waſſer von der Temperatur 42° (Fahrenheit) und den Heizapparat mit Waſſer von nahe 180° gefüllt hatte, lieſs ich in jeden Theil des Apparates atmoſphäriſche Luft eintreten. Die Stempel wurden darauf ſo lange in Bewegung geſetzt, bis die Calorimeter, mit einer Abweichung von etwas mehr als $\frac{1}{20}$ Grad, eine Temperatur von 84° erreicht hatten. So war alſo die Temperatur eines jeden Calorimeters um 42° geſtiegen, abgerechnet die Correction von einem $\frac{1}{800}$tel des Ganzen, die von den übrigen Unvollkommenheiten der Inſtrumente weit übertroffen wird. Der Zweck dieſes Verſuches war, die Genauigkeit des Apparates zu prüfen, und ward zu verſchiedenen Zeiten mit demſelben Erfolg wiederholt. Bei den folgenden Verſuchen ward ich durch meinen Freund, dem Dr. Clendinning, unterſtützt, welchem ich viel zu ihrem Gelingen ſchuldig bin.

Verſuche mit Kohlenſäure-Gas.

Der Theil des Apparates, welchen ich *A* nennen will, ward mit Kohlenſäure gefüllt, bereitet aus kohlenſaurem Kalke; der Theil *B* hingegen mit gemeiner Luft. In jedem der Cylinder war in einem beſonderen Gefäſse eine Quantität von ſehr trocknem ſalzſauren Kalk aufgeſtellt, um ſo die Gaſe völlig von ih-

Wasserdämpfen zu befreien. Die Calorimeter den mit Wasser von 42° und das Heizgefäfs mit sser von 149$\frac{12}{21}$° Temperatur gefüllt. Die Resul- waren folgende:

	Temperatur		Specifische Wärme der Kohlensäure, abgeleitet aus dem Vergleich der Temperaturerhöhungen. Die der Luft gleich 10000 gesetzt.
	des Calor. A. durch welches Kohlensäure geleitet ward.	des Calor. B. durch welches atmosph. Luft geleitet ward.	
	No. 1.		
ıfange	42° Fahr.	42° Fahr.	9730
ersuchs			
15 Minut.	68,10	68,80	
	No. 2.		
ıfange	42,05	42,05	9919
15 Minut.	66,50	66,70	
	No. 3.		
ıfange	42,00	42,00	10035
o Minut.	71,50	71,40	
	No. 4.		
fange	45,00	45,00	10021
5 Minut.	68,25	68,20	
	No. 5.		
fange	45,70	45,75	10000
5 Minut.	63,20	63,30	

Ian wird aus diesen Resultaten sehen, dass die ı ersten Versuche für das Kohlensäure-Gas eine ʒere Wärmecapacität anzeigen als für die gemei- ıft; die 3 letzten hingegen, welche nicht merk- on einander abweichen, beiden eine gleiche Ca- t beilegen, wenn wir aus den Angaben das Mit-

tel ziehen. Die Ursache, weshalb die ersten beiden Versuche eine schwächere Capacität anzeigen, suche ich darin, dass die Gase nicht völlig von Wasserdämpfen befreit waren. Bei den Versuchen, die ich im letzten Jahre machte, beobachtete ich, dass man das Gas wenigstens 35 Minuten lang der Einwirknug des Chlorcalciums überlassen müsse, bevor es dieselbe specifische Wärme als die gemeine Luft zeige. Diess ist nicht der Fall mit allen übrigen Gasen, woraus ich schliessen möchte, dass dieses (das Kohlensäure-Gas (*P.*)) eine grössere Verwandtschaft zu den Wasserdämpfen hat.

Das im Gasometer enthaltene Gas enthielt, wie es Kalkwasser anzeigte, 99 pro Cent Kohlensäure-Gas, dasjenige, was nach den Versuchen aus dem Apparat gezogen ward, gab durch dieselbe Probe 90 pr. C. Beim Eintritt in das Calorimeter besassen die Gase, wie es die Thermometer anzeigten, eine gleiche Temperatur. Bemerkenswerth ist jedoch, dass diese Temperatur um mehrere Grad niedriger zu seyn schien, als die des Wassers im Heizapparate, welches die Gase durchstrichen hatten. Man wird sich dieses aber leicht erklären, wenn man bedenkt, dass ein Thermometer niemals die wahre Temperatur eines Gases (oder Dampfes) anzeigen kann, welches für sich selbst der Radiation der Wärme oder Kälte von den umgebenden Körpern ausgesetzt ist. Dieses Umstandes wegen zeigten die Thermometer eine niedrigere Temperatur als die wahre, denn sie mussten nothwendiger Weise den Calorimetern ziemlich nahe gesetzt werden, in welchen das Wasser um fast 100° kälter war, als die Gase. Aus demselben Grunde schienen die

aus den Calorimetern tretenden Gase eine etwas niedrigere Temperatur zu haben als die Calorimeter selbst, indem sie von Gegenständen umgeben waren, deren Temperatur geringer war als die der Calorimeter.

Versuche mit Sauerstoffgas.

Nachdem der Theil *A* mit einem, aus Manganhyperoxyd bereiteten, Sauerstoffgase gefüllt war, und die übrigen zuvor erwähnten Anordnungen getroffen worden, wurden folgende Resultate erhalten:

No. 1.

Zu Anfang des Versuches	45°,12	45°,25	
Nach 5 Minuten	61,80	61,75	10000
- 10 - -	67,10	67,05	10000
- 15 - -	71,00	70,90	10019
- 20 - -	74,45	74,45	9982

No. 2. *)

Zu Anfang des Versuches	56°,6	56°,4	
Nach 10 Minuten	66,16	66,14	10000
- 15 - -	71,00	70,18	10000
- 20 - -	74,20	74,10	10000

*) Die Herausgeber der Annal. de Chim. et Phys. machen bei ihrer Uebersetzung dieser Abhandlung mit Recht die Bemerkung dass bei Aufzeichnung der in diesem Versuche enthaltenen Temperaturangaben ein Irrthum vorgefallen sey. Die Bruchtheile der Fahrenheit'schen Grade, welche im Original durchgängig in Zwanzigstel (welche hier der Deutlichkeit wegen stets in Decimalbrüche verwandelt wurden) als gemeine Brüche ausgedrückt sind, nehmen beim zweiten Versuch, in den 3 ersten Zeilen, plötzlich die Form der Decimalbrüche an Nicht unwahrscheinlich ist es, dass letztere ebenfalls Zwan-

Die Temperatur der Gaſe bei ihrem Eintritt in den Calorimeter war für jedes derſelben 137°. Das im Gaſometer vor der Anfüllung des Apparates enthaltene Gas, zeigte durch eine Probe mit Schwefelkalk 98 pro Cent Sauerſtoffgas. Nach Beendigung des Verſuches enthielt das Gas im Apparat 91 pro Cent von dieſem.

Verſuche mit dem Waſſerſtoffgaſe.

Das Waſſerſtoffgas wurde mittelſt Schwefelſäure und Zink durch Waſſerzerſetzung gewonnen, und mit ihm der Theil *B* gefüllt. Bei den nachſtehenden Verſuchen wurden die beiden Calorimeter mit Waſſer von gleicher Temperatur gefüllt, und der Proceſs entweder ſo lange fortgeſetzt, bis die Temperatur der Calorimeter zu ſteigen aufhörte, oder bis dieſelbe zu ſinken begann. Der letzte Umſtand tritt alsdann ein, wenn die durch die Gaſe mitgetheilte Wärme genau derjenigen gleich iſt, welche durch das kältere umgebende Mittel fortgenommen wird. Die Zahl der Temperaturgrade, welche alsdann jedes Gas in ſeinem Calorimeter zeigt, wird das Verhältniſs ſeiner Kraft ſeyn, Wärme fortzulaſſen, und mithin auch das ſeiner Capacität für Wärme.

zigſtel bedeuten ſollen, und dann wären die Zahlen der erſten Vertikalcolonne reſpective: 56,30; 66,80; 71,00; die der zweiten: 56,20; 66,70; 70,90; wodurch alsdann die auf der 3ten Zeile enthaltene Differenz beträchtlich verringert würde. Bei den mit Hydrogengaſe angeſtellten Verſuchen wäre aus gleichem Grunde ſtatt der mit (?) bezeichneten Zahl zu leſen: 58,30. *P.*

Die Temperatur des Calorimeters *A* war zu Anfange des Verfuches nahe 50°, und nach 105 Minuten 82°,75. Die des Calorimeters *B* (welches wahrfcheinlich anfangs gleiche Temperatur mit *A* befafs (*P.*)) war 82°,20 und die des umgebenden Mittels 60°,45. Die verhältnifsmäfsige Capacität des Wafferftoffgafes ergiebt fich hiedurch zu 9864, deren Differenz mit der der atmofphärifchen Luft fo geringfügig ift, dafs man beide als gleich betrachten kann, vor allem wenn man Rückficht nimmt auf das gröfsere Verhältnifs der Erwärmung des erften Gafes und auf das fchwächere feines Erkaltens zu Ende des Verfuches, wie man diefs aus der folgenden Tafel erfehen wird:

	Temperatur von *A* enthaltend atmofphär. Luft	Temperatur von *B* enthaltend Wafferftoffgas	abgeleitete Capacität
	No. 1.		
Zu Anfange des Verfuches	50°	50°	
Nach 5 Minuten	59	58,6 (?)	
- 10 - -	67,80	66,70	
- 15 - -	71,80	70,20	
- 20 - -	75,00	73,20	
- 25 - -	77,80	76,00	
- 30 - -	79,00	77,30	
- 31 - -	80,60	78,50	
- 40 - -	81,60	80,15	
- 45 - -	82,40	81,00	
- 50 - -	83,00	82,45	
- 55 - -	83,05	82,40	
- 60 - -	83,10	82,60	
- 65 - -	83,15	82,80	
- 70 - -	82,80	82,50	

No. 2.

Zu Anfange des Verſuches	49°,40	49.35	
Nach 5 Minuten	55,30	55,50	10500
- 10 - -	60,00	60,40	10424
- 15 - -	64,50	64,40	9950
- 20 - -	67,10	67,10	10002
- 25 - -	69,20	69.15	10000

Nach Beendigung des Verſuches ſchien die Luft, wie es die Verpuffung mit Oxygen anzeigte, 88 pro Cent Waſſerſtoffgas zu enthalten *).

Aus dieſen beiden Verſuchen läſst ſich erſehen, daſs der Waſſerdampf, welchen man in dem Hydrogengaſe vorausſetzen kann, bevor dieſes durch den ſalzſauren Kalk hinlänglich ausgetrocknet iſt, die ſpe-

*) Der Apparat, welchen ich am beſten zum Verpuffen der Gaſe geeignet fand, iſt eine Modification von dem Heber-Eudiometer des Dr. Ure. Es iſt nämlich in dem maſſiven Boden eines Queckſilberbehälters ein Loch, von der Form eines umgekehrten Hebers auf die Art gebohrt, daſs es einerſeits in dem das Queckſilber enthaltenden Theile, und anderſeits auf dem Rande des Behälters in freier Luft mündet. An der letzten Oeffnung iſt ein Glasrohr angekittet, und an der zweiten ſchlieſst ein graduirtes Eudiometer genau. Soll dieſer Apparat gebraucht werden, ſo füllt man auf gewöhnlichem Wege die graduirte Röhre und ſtellt dieſelbe auf die Verbindungsöffnung des Behälters. Hierauf ſchüttet man Queckſilber in das andere Rohr, ſo lange bis es gleiche Höhe hat mit dem in der graduirten Röhre. Darauf verſchlieſst man die offene Röhre mit dem Finger und leitet den elektriſchen Funken durch das Gas. Nach der Exploſion gieſst man in die offene Röhre Queckſilber, bis zu derſelben Höhe, zu welcher es im Eudiometer geſtiegen iſt, und lieſt alsdann die Grade ab.

cifische Wärme zu erhöhen scheint, genau dem entgegen, was man erwarten könnte. Bei dem ersten Versuche zeigte es 5 Minuten nach Anfange desselben eine Capacität von 9222, welche sehr nahe der von den HH. de La Roche und Berard angegebenen gleich ist; aber in dem Maafse als der Versuch fortschritt und das Wasserstoffgas länger mit dem Chlorcalcium in Berührung war, näherte sich seine specifische Wärme der der atmosphärischen Luft, bis sie zu Ende derselben gleich war.

Der zweite Versuch ward mit demselben Wasserstoffgas in seinem trockensten Zustande angestellt, weshalb auch während der ganzen Dauer desselben die specifische Wärme dieses Gases unverändert blieb. Bei diesem Versuche kenne ich keine Fehlerquelle, da die Gase bei ihrem Eintreten in die Calorimeter genau dieselbe Temperatur besafsen.

Versuche mit dem Stickgase.

Hinsichtlich des Stickgases erwähne ich nur, dafs ich mit diesem im vorigen Jahre dieselben Versuche anstellte, und die Resultate völlig den eben beschriebenen ähnlich waren; sie alle stimmten darin überein, dafs das Gas seinem Volumen nach, dieselbe specifische Wärme als die atmosphärische Luft, nämlich 10000, besitzt, und daher hielt ich es für überflüssig sie zu wiederholen.

Versuche mit Kohlenwasserstoffgas.

Bei meinen früheren Versuchen über das Kohlenwasserstoffgas, verschaffte ich mir dasselbe durch Zersetzung der Steinkohle, und ich schlofs, dafs es

gleiche Capacität mit der atmosphärischen Luft habe. Seit der Zeit habe ich indeſs gefunden, daſs die Capacität dieses Gases sehr stark variirt, je nach dem Wege, auf welchem man es dargestellt hatte. Das aus Steinkohlen bereitete schien nahe die normale Capacität zu besitzen, hingegen das aus der Zersetzung des thierischen Fettes, mittelst Hitze, gewonnene Gas eine viel gröſsere Capacität besaſs. Aus den folgenden Versuchen scheint es jedoch, daſs das Oelbildende Gas seine erhöhte Capacität den empyreumatischen oder ätherischen Dämpfen verdankt, mit welchen es in der Regel verbunden ist.

No. 1.

Diesen Versuch leitete ich auf dieselbe Art wie den ersten mit dem Wasserstoffgase. Der Theil *B* ward mit dem Oelbildenden Gase *) gefüllt, welches ich aus den Gasröhren einer öffentlichen Gesellschaft erhielt. Die Calorimeter enthielten zu Anfange des Versuches Wasser von der Temperatur 50°, und nach Verlauf von 50 Minuten hatte das Calorimeter *A* ein Maximum der Temperatur von 92°,35, und das von *B* ein Maximum von 93°,60 erreicht. Die Temperatur des umgebenden Mittels war dabei 66°,40.

No. 2.

Die Calorimeter hatten zu Anfange des Versuches eine Temperatur von 52°,25; nach 55 Minuten hatte das Calorimeter *A* die Temperatur von 92°,50,

*) d. h. mit dem aus der Zersetzung des Oels gewonnenen Gase? (*P.*)

und *B* die von 94°,20. Das umgebende Mittel besafs eine Temperatur von 65°. Das Mittel aus diesem und dem vorhergehenden Versuche, giebt dem Kohlenwasserstoffgase eine specifische Wärme von 10559. Obgleich die Resultate dieser beiden Versuche nicht völlig mit denen übereinstimmen, welche ich früherhin gemacht hatte, so ist doch der Unterschied sehr gering und kann der gröfseren Reinheit des früher angewandten Gases von empyreumatischem Dampfe zugeschrieben werden. Diefs wird durch die folgenden Versuche noch wahrscheinlicher.

No. 3.

Der Theil *B* des Apparates ward mit einem Kohlenwasserstoffgase gefüllt, welches durch die trockne Destillation von Hammelfett gewonnen war. Die Calorimeter wurden mit Wasser von der Temperatur 50°,75 gefüllt. Nach Verlauf von 40 Minuten hatte das Calorimeter, durch welches das Oelbildende Gas strömte, sein Maximum der Temperatur von 95°, und das andere das von 88°,50 erreicht, wobei das umgebende Medium eine Temperatur von 65°,10 besafs. Hierdurch ergab sich für die specifische Wärme des Oelbildenden Gases: 12777.

Dafs das aus thierischen Fetten gewonnene Gas mehr empyreumatische Dämpfe enthält, ist aus seinen Eigenschaften klar, wodurch man sich auch erklären kann, dafs seine specifische Wärme gröfser ist, als die des Steinkohlengases. Die Gase besafsen zu Ende des Versuches völlig gleiche Temperatur mit einander, wie bei ihrem Eintritt in die Calorimeter. (. The gases, at the end of the experiment were

exactly of the same temperature as when entering into the calorimeters. (?))

No. 4.

Der letzte Verſuch ward mit der Abänderung wiederholt, daſs man das Oelbildende Gas aus Alkohol und Schwefelſäure darſtellte. Nach 25 Minuten hatte das Calorimeter *A* eine Temperatur von 74°,20, und das Calorimeter *B* eine von 75°,50 (75°,10 im Original, als $75\frac{10}{20}$ geleſen (*P.*)); das umgebende Mittel beſaſs die Temperatur von 54°, und folglich war die Capacität des Oelbildenden Gaſes 10643.

No. 5.

Eine Wiederholung des Verſuches gab zum Reſultat: 10674. Das Mittel dieſes und des vorhergehenden Verſuches iſt 10658 und zeigt, daſs die Capacität des Oelbildenden Gaſes aus Alkohol bereitet, gleich der des Gaſes aus Steinkohlen iſt.

No. 6.

Um zu erfahren ob die ätheriſchen oder empyreumatiſchen Dämpfe im Oelbildenden Gaſe einen Einfluſs auf deſſen ſpecifiſche Wärme beſitzen, brachte ich einige Tropfen Schwefeläther in den Theil des Apparates, welcher atmoſphäriſche Luft enthielt, damit letztere eben ſo wie das (aus Alkohol bereitete (*P.*)) Oelbildende Gas mit Aetherdämpfen geſchwängert ſey. Der Theil *B* enthielt wie zuvor das Oelbildende Gas. Nach 40 Minuten hatten beide Calorimeter eine Temperatur von 85°,15 erreicht, während die des umgebenden Mittels 61°,20 betrug. Man kann

hieraus alſo den Schluſs ziehen, daſs der ätheriſche Dampf es iſt, welcher die ſpecifiſche Wärme des Oelbildenden Gaſes erhöht.

Verſuche über ausgeathmete Luft.

Nachdem ich im letzten Jahre mehr als 10 Verſuche gemacht hatte, welche zeigten, daſs Gemenge von Kohlenſäure mit atmoſphäriſcher Luft, die bei 100° F. mit Waſſer geſättigt worden, eine geringere Wärmecapacität beſitzen, als atmoſphäriſche Luft unter den gewöhnlichen Umſtänden, und mir dieſe ſonderbare Thatſache einiges Licht auf den Proceſs des Athmens der Thiere zu werfen ſchien: ſo füllte ich den Theil *B* mit Luft aus der Lunge und den Theil *A* mit atmoſphäriſcher Luft. Der Heizapparat ward mittelſt einer Lampe auf eine Temperatur zwiſchen 97°,50 und 100°,50 gehalten. Nach Verlauf von 35 Minuten erreichte das Calorimeter, welches die ausgeathmete Luft durchſtrich, eine Temperatur von 59°,20, und das andere die von 61°,20; das umgebende Mittel beſaſs eine Temperatur von 54°,16, und folglich betrug die Capacität der ausgeathmeten Luft 6875.

No. 2.

Bei einer Wiederholung dieſes Verſuches, bei welcher das Calorimeter *A* von 56°,10 auf 58°,50, und *B* von 56°,15 auf 57°,80 ſtieg, ergab ſich für die ausgeathmete Luft, wie beim letzten Verſuch, eine Capacität von 6875.

Es wird nicht unpaſſend ſeyn hier noch zu erwähnen, daſs bei meinen früheren Verſuchen Miſchun-

gen von Kohlenſäure und atmoſphäriſcher Luft, bei verſchiedenen Temperaturen, und mit verſchiedenen Mengen Dampf verbunden, Capacitäten von 3333; 6666; 9999 und 13333 zeigten. Es war meine Abſicht dieſe Verſuche auf eine ſolche Art zu wiederholen, daſs ich die Umſtände beſtimmen konnte, unter welchen dieſe Veränderungen der Capacitäten Statt fanden; durch mehrere andere Beſchäftigungen wurde ich aber daran verhindert. Ich muſs jedoch bemerken, daſs die beiden letzten Verſuche anzuzeigen ſcheinen, die Capacität der ausgeathmeten Luft falle mit dem zweiten Gliede dieſer Reihe zuſammen, wenn man die Verſchiedenheit des Vergleichungsmittels in Betracht zieht. Denn bei den früheren Verſuchen diente nichtgetrocknete atmoſphäriſche Luft zum Vergleiche, während bei den letzteren die ſorgfältig getrocknete dazu gebraucht ward.

Es findet auch eine merkwürdige Uebereinſtimmung Statt, zwiſchen dieſer letzt genannten Reihe von Capacitäten eines Gaſes mit verſchiedenem Waſſergehalte, und den Expanſivkräften einer Luft, welche ebenfalls mit verſchiedenen Antheilen Waſſerdämpfen geſchwängert iſt. Nachdem ich mir eine Glaskugel verſchafft hatte, mit der eine Röhre auf ſolche Art verbunden war, daſs wenn man ein wenig Queckſilber in die Kugel ſchüttete und nun die Expanſivkraft der Luft im übrigen Theil der Kugel erhöhte, das erſtere ſogleich in der Röhre emporſtieg: ſo füllte ich die Kugel mit Luft von 60° und tauchte ſie darauf in ſiedendes Waſſer. In einer kurzen Zeit ſtieg das Queckſilber in der Röhre zu einer Höhe von 7 Zoll. Dieſer Verſuch ward mit der Abänderung

wiederholt, daſs man zu der Luft in der Kugel einige Tropfen Waſſer brachte. Nach dem Eintauchen in ſiedendes Waſſer ſtieg das Queckſilber bis zu 21 Zoll, und hernach, als man eine neue Quantität Waſſer in die Kugel brachte, ſtieg es auf 28 Zoll. Einige Monate ſpäter als dieſe Verſuche wiederholt wurden, ſtieg das Queckſilber in einem Augenblick auf 14 Zoll. So haben wir eine Reihe von Expanſivkräften der mit Waſſerdämpfen geſchwängerten Luft von 7, 14, 21, und 28 Zoll.

Auf dieſes Princip habe ich ein *neues Luftthermometer* erdacht. In der Form iſt daſſelbe dem von Hrn. Prof. Leslie erdachten Differentialthermometers ähnlich. Eine Kugel enthält atmoſphäriſche Luft, getrocknet durch Chlorcalcium, die andere aber dieſelbe im gewöhnlichen Zuſtand. Zwiſchen beiden Kugeln befindet ſich eine Säule von Terpentinöl. Sobald ſich die Temperatur der Luft erhöht, ſteigt die Säule auf Seite der trocknen Kugel. Nach einiger Zeit ſchien jedoch das Inſtrument ſeine Kraft verloren zu haben, und nach einer längeren Periode hatte die Kugel mit der trocknen Luft, die gröſsere Expanſivkraft. Ich erklärte dieſs dadurch, daſs ich annahm, der Terpentinöldampf habe ſich in Verlauf der Zeit mit der trocknen Luft vereinigt und dieſer eine gröſsere Expanſivkraft gegeben. Dieſs Thermometer iſt ſehr empfindlich; indeſs ſind ſeine Grade von einer beträchtlichen Ungleichheit und ſcheinen ſich mit der Zeit zu verändern. Zwei Kugeln von Platina mit Waſſerſtoffgas gefüllt, in die eine etwas Queckſilber gethan und beide alsdann auf dieſelbe Art verbunden, würden wahrſcheinlich für die, bis zum Schmelzpunkt

des Platins gehenden Temperaturen, ein genaues Pyrometer darſtellen.

Es giebt noch eine andere Bedingung, unter welcher die Luft einer ſehr groſsen Verſchiedenheit in der ſpecifiſchen Wärme fähig iſt, nämlich die, wenn ihre Dichte nicht dieſelbe iſt, dieſe mag nun durch Druck oder eine andere Urſache abgeändert ſeyn. Das Zunehmen der Capacität der Luft unter einem ſchwächern Druck, iſt nicht unpaſſend zur Erklärung der groſsen Kälte gebraucht, welche in den oberen Regionen der Atmoſphäre herrſcht, und eben ſo hat man durch die, mit Vergröſserung des Druckes, abnehmende Capacität auf eine genügende Art die unter dieſen Umſtänden entwickelte Hitze erklärt. Dieſe Grundſätze ſind, ſo viel ich weiſs, jedoch nicht zur Erklärung der intenſiven Hitze gebraucht, welche bei der Verbrennung des Schieſspulvers und anderer exploſiver Miſchungen frei wird. Denken wir jedoch einen Augenblick nach, ſo werden wir finden, daſs der Widerſtand, welchen die Luft der Ausdehnung des durch die Verbrennung frei gewordenen Gaſes entgegenſetzt, letzteres in einen Zuſtand von Dichte verſetzt, den ſie nicht erreichen würde, wenn die Luft auswiche. Während dieſes Zuſtandes von mächtiger Zuſammendrückung, wenn ich mich dieſes Ausdruckes bedienen mag, geſchieht es, daſs die Wärme entwickelt wird. Nach der erſten Exploſion werden jedoch die gaſigen Producte ausgedehnt, und es findet alsdann nothwendig eine Abſorbtion von Wärme mit gleichzeitiger Kälteerzeugung Statt. Um zu unterſuchen, ob bei der Verbrennung des Schieſspulvers eine be-

ständige Entwickelung von Wärmestoff Statt hat, machte ich den folgenden Versuch.

Ich nahm einen Recipienten, der 528 Kubikzoll faſste, füllte denselben mit Waſſer von 52° Temperatur, und brachte ihn in eine pneumatische Wanne; die Temperatur der umgebenden Luft war ebenfalls 52°. Nun führte ich 240 Kubikzoll von dem gasförmigen Körper hinein, welcher während der Verbrennung eines zu pyrotechnischen Versuchen gebräuchlichen Schieſspulvers erzeugt war. Nach der Explosion hatte das in dem obern Theile des Recipienten befindliche Gas eine Temperatur von nahe 54° erreicht, und das Waſſer nicht völlig soviel. Dieser Versuch zeigt, daſs obgleich bei der Verbrennung des Schieſspulvers Hitze erzeugt wird, ihre Menge dennoch nicht so groſs ist, wie man sich dachte. Indeſs, wenn gleich es nicht durch directe Versuche bewiesen werden konnte, daſs die Producte der Verbrennung des Schieſspulvers eine gröſsere specifische Wärme besitzen als die Bestandtheile des letzteren, so soll dennoch die Erzeugung der Hitze während der Verbrennung nicht als Einwurf gegen die Hypothesen von Black und Crawford gebraucht werden. Aus der Ansicht der Tafel über die specifische Wärme der verschiedenen Körper ergiebt es sich als sehr wahrscheinlich, daſs jene elastischen Produkte eine geringere Capacität besitzen, als die Bestandtheile des Schieſspulvers, aus welchen sie erzeugt wurden. So z. B. hat das Stickgas, welches ⅔ der elastischen Produkte ausmacht, eine Capacität von 2669, und die Kohlensäure, welche ein Drittel der Produkte ausmacht, nach meinen Versuchen, eine Capacität von nur 1751; die des Waſſers als 10000 ge-

ſetzt. Salpeterſäure von 1,1354 ſpecifiſchem Gewicht hat eine Capacität von 5760. Mithin bilden Stickgas und Sauerſtoffgas, welche durch die Zerſetzung eines der Beſtandtheile erzeugt wurden, elaſtiſche Produkte, deren Capacitäten noch nicht die Hälfte von der desjenigen Beſtandtheiles ausmacht, welcher, zufolge der Hypotheſe von Black, die Hitze entwickeln ſollte. Dieſes findet ſelbſt dann Statt, wenn wir auf die geringere Capacität Rückſicht nehmen, welche die Salpeterſäure in ihrem Zuſtande als Beſtandtheil des ſalpeterſauren Kali's beſitzt.

Eben ſo mag die intenſive Hitze eines Gebläſeofens durch eine ſolche gewaltſame Compreſſion bedingt werden, denn es iſt allen Sachverſtändigen bekannt, daſs dieſe Hitze nicht in geradem Verhältniſs zu dem verbrauchten Brennmaterial ſteht, ſondern in einem zuſammengeſetzteren. Man kann dieſs auf folgende Art erklären: 1) Iſt eine gewiſſe Luftmenge gezwungen mit den glühenden Kohlen in Berührung zu treten und dadurch ſeine Temperatur plötzlich auſserordentlich zu erhöhen. 2) Durch dieſen Umſtand würde ſie ſich eben ſo ſchleunig ausdehnen, wenn nicht der atmoſphäriſche Druck zugegen wäre. 3) Wenn dieſe Ausdehnung Statt gefunden hätte, ſo würde die Luft eine vergröſserte Capacität erlangt haben; folglich eine beträchtliche Menge der durch die Verbrennung entwickelten Wärme verſchluckt und die Intenſität der letzteren geſchwächt worden ſeyn. 4) Da aber durch den Druck (Widerſtand (*P.*)) der Atmoſphäre, die erhitzte Luft verhindert wird ſich im Verhältniſs der erlangten Temperatur auszudehnen, ſo wird die Abſorbtion

des Wärmeſtoffes geſchwächt und eine gröſsere Menge der durch die Verbrennung erzeugten Hitze frei. Obgleich alſo die totale Menge des durch die Verbrennung entwickelten Wärmeſtoffes in einem geraden Verhältniſs zu dem verbrauchten Brennmaterial ſteht, ſo wird dennoch die Intenſität der thermometriſchen Hitze im Augenblick und am Orte der Verbrennung nach einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe gröſser ſeyn, welches direct vom Drucke der Atmoſphäre und umgekehrt von der Zeit der Ausdehnung der Luft im Blaſebalg abhängt. Dieſe Zeiten verhalten ſich natürlich umgekehrt, wie die Intenſität des Luftſtroms. Die thermometriſche Hitze wird alſo im Augenblick und am Orte der Verbrennung in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe zu der Menge des verbrauchten Brennmaterials, zu dem Gewichte der Atmoſphäre und zu der in einer gegebenen Zeit im Blaſebalg verbrauchten Luft ſtehen. Dieſelbe Regel findet auch für die ſogenannten Windöfen (Chimney Furnaces) Statt. Die Erfahrung hat es gezeigt, daſs bei den Dampfmaſchinen diejenigen Oefen, durch welche in einer gegebenen Zeit eine groſse Luftmenge ſtreicht, verhältniſsmäſsig eine geringe Quantität von Brennmaterial verbrauchen und denſelben Effekt hervorbringen. Wahrſcheinlich lieſsen ſich bei dieſen Maſchinen die Gebläſeöfen vortheilhaft anwenden, um den Bedarf des Brennmaterials zu vermindern.

Obgleich die vorgehenden Verſuche meiner anfänglichen Erwartung, daſs das Sauerſtoffgas dem Volumen nach dieſelbe ſpecifiſche Wärme beſitzt wie das Kohlenſäure-Gas, nicht zu entſprechen ſcheinen, ſo

folgt doch keineswegs aus jenen, daſs nicht Wärmeſtoff bei Bildung des Kohlenſäuregaſes im Verbrennungsproceſs entwickelt werde. Dieſe Bildung beruht nicht auf einer Verwandlung des Sauerſtoffes in Kohlenſäure, ſondern auf einer Vereinigung zweier Stoffe zu einem Gemiſche, welches die nämliche abſolute Wärmecapacität, wie die eines ſeiner Beſtandtheile, nämlich des Sauerſtoffgaſes, beſitzt; folglich ward die abſolute Wärme des Kohlenſtoffes gänzlich frei.

Die directen Reſultate dieſer Verſuche zeigen:

1) *Daſs die ſpecifiſchen Wärmen aller Gaſe, welche unterſucht wurden, ſich umgekehrt verhalten wie ihre ſpecifiſchen Gewichte* *).

*) Vorausgeſetzt, daſs die Gewichtsmengen der angewandten Gaſe die nämlichen ſind, wie ſich dieſes aus der Gleichheit der ſpecifiſchen Wärme ergiebt, für den Fall, daſs die Gasarten gleiche Volumina und Elaſticitäten beſitzen, folglich ihre Gewichtsmengen ſich direct wie ihre ſpecifiſchen Gewichte verhalten. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, daſs bei Hrn. Haycraft die Gaſe wohl zu je zwei in gleichem Volumen und unter gleichem Druck dem Verſuche unterworfen wurden, der Druck aber nicht conſtant war, und daſs mithin aus ſeinen Reſultaten folgt, die Gröſse k, der vorigen Abhandlung, oder das Verhältniſs der ſpecifiſchen Wärme unter conſtantem Druck zu der unter conſtantem Volumen, ſey für alle Gasarten gleich. Hr. Gay-Luſſac, deſſen anfängliche Reſultate (in dieſen Annal. Bd. 45. S. 321) mit denen des Hrn. Haycraft übereinſtimmten, glaubte ſpäter (d. Ann. Bd. 48. S. 392) die ſeinigen widerrufen zu müſſen, und ward darin durch die Arbeit der HH. de La Roche und Berard unterſtützt. Die HH. Dulong und Petit, welche in neuerer Zeit die ſpecifiſche Wärme einiger Metalle und des Schwefels mit groſser Genauigkeit

2) Dafs die Gafe ihre Wärmecapacitäten verändern, wenn fie mit Dämpfen des Waffers oder fonftigen Stoffen verbunden find, und für einige Fälle

durch die Zeit ihres Erkaltens feftfetzen, fanden dabei das fchöne Gefetz: dafs die Wärmecapacitäten diefer Stoffe multiplicirt mit deren Atomen- (Mifchungs-) Gewicht nahe ein, für alle, conftantes Produkt geben, wenn die letzteren Faktoren beim Kobalt, Wismuth, Zinn, Silber, Gold, und Platin mit verfchiedenen fehr einfachen Zahlen multiplicirt werden. Sie glaubten die Willkührlichkeit, die in gewiffer Hinficht bei den Aequivalentzahlen der einfachen Stoffe vorhanden ift, zugleich durch die Annahme entfernen zu können, dafs diejenigen Zahlen den Vorzug verdienten, welche mit der Wärmecapacität multiplicirt jenes beftändige Produkt hervorbringen, und fchloffen überdiefs, dafs das bei den feften Körpern gefundene Gefetz unabhängig von der Form (dem Aggregatzuftand) der Körper fey, fobald man letztere nur unter gleichen Umftänden unterfuche. Sie ftützten fich hiebei auf die Refultate der HH. de La Roche und Berard, die für das Sauerftoffgas und Stickgas nahe mit diefem Gefetze übereinftimmende Wärmecapacitäten gegeben hatten.

Schon früher ftellte Dalton das Gefetz auf, dafs fich die Wärmecapacitäten der Gafe umgekehrt wie die Atomengewichte derfelben verhalten, was, wie man fieht, mit den von Hrn. Haycraft aufgefundenen Refultaten übereinftimmt, da die fpecififchen Gewichte der Gafe entweder gänzlich mit den Atomengewichten zufammenfallen oder nur fehr einfache Multipla von ihnen find. Die Herausgeber der Annal. de Chim. et Phyfique, von denen Hr. Gay-Luffac durch feine eigenen Unterfuchungen ein fo gewichtiges Urtheil über diefen Gegenftand befitzt, fcheinen übrigens zu zweifeln, dafs das obige Gefetz auf die zufammengefetzten Gafe eine Anwendung finde. Was endlich Hr. Haycraft in dem letzteren Theile feiner Abhandlung aufgeftellt hat, ift ficher manchem Einwurfe ausgefetzt; ich enthalte mich indefs jeder Bemerkung darüber, um dem Urtheile der Lefer nicht vorzugreifen. P.

wahrſcheinlich nach einer regelmäſsigen arithmetiſchen Progreſſion, wenn die Expanſivkraft der Gaſe, im Zuſtande der Vereinigung mit verſchiedenen Dampfmengen, nach einem ähnlichen Verhältniſſe fortſchreitet.

Das wichtigſte Reſultat für den Phyſiologen iſt: daſs die ausgeathmete Luft, bei einer zwiſchen 95° und 100°,5 fallenden Temperatur, eine geringere ſpecifiſche Wärme beſitzt, als die atmoſphäriſche Luft. Mehrere Verſuche, von welchen hier nicht das Einzelne beigebracht ward, haben gezeigt, daſs die ausgeathmete Luft bei einer Temperatur von 102° und darüber, ſo wie bei einer Temperatur von 91° und darunter, eine gleiche Wärmecapacität mit der gemeinen Luft beſitzt. Ich würde Anſtand nehmen dieſe Reſultate zu behaupten, wenn mich nicht die im Verlaufe mehrerer Monate oft wiederholten Verſuche, in meinen Schlüſſen beſtärkt hätten.

V.

Allgemeine Bemerkungen über die Temperaturen des Erdkörpers und des Raumes, in welchem ſich die Planeten bewegen;

von

Herrn Fourier *).

Die Unterſuchung über die Temperatur der Erde, eine der merkwürdigſten und ſchwierigſten in der ganzen Phyſik, beſteht aus ziemlich verſchiedenen Elementen, welche unter einem allgemeinen Geſichtspunkte betrachtet werden müſſen. Ich habe es für nützlich gehalten die Hauptreſultate der Theorie zuſammenzuſtellen; das analytiſche Detail derſelben laſſe ich fort, da es ſich bereits in den von mir herausgegebenen Werken befindet **) und ich hier nur wünſchte, den Phyſikern eine gedrängte Ueberſicht der Erſcheinungen nebſt ihren mathematiſchen Beziehungen vorzulegen.

*) Nach d. Annal. de Chim. et Phyſ. XXVII. 136.

**) Hr. Fourier bezieht ſich unſtreitig zunächſt auf ſein groſses unter dem Titel: *Traité analytique de la Chaleur*, Paris 1822. erſchienenes Werk. Zu bemerken iſt, daſs wir auch dem verewigten Tralles eine hieher gehörige analytiſche Unterſuchung verdanken (Ueber die Erwärmung der Erde durch die Sonne; in den Abhandlungen der K. Akademie zu Berlin für 1818—19), die aber nicht gut eines Auszuges fähig iſt. *P.*

Die Wärme des Erdkörpers entſpringt aus drei verſchiedenen Quellen, welche man nothwendig zuvor unterſcheiden muſs:

1) Wird die Erde durch die Sonnenſtrahlen erwärmt, deren ungleiche Vertheilung die Verſchiedenheit der Klimate erzeugt.

2) Nimmt die Erde Theil an der, den planetariſchen Räumen gemeinſamen Temperatur, indem ſie der Beſtrahlung jener Unzahl von Geſtirnen ausgeſetzt iſt, die von allen Seiten das Sonnenſyſtem umgiebt.

3) Bewahrt die Erde in ihrem Innern noch einen Theil jener urſprünglichen Wärme, die ſie zur Zeit beſaſs, als ſie mit den übrigen Planeten gebildet wurde.

Wir werden jede dieſer drei Urſachen mit den Erſcheinungen aus ihnen für ſich betrachten.

Unſer Sonnenſyſtem befindet ſich in einer Gegend des Weltalls, von der alle Punkte eine gemeinſchaftliche und unveränderliche Temperatur beſitzen, erzeugt durch die Licht- und Wärmeſtrahlen, welche die umgebenden Geſtirne ausſenden. Dieſe niedere Temperatur des planetariſchen Himmels liegt nur wenig unter der, welche in den Polargegenden unſerer Erde herrſcht. Die Erde würde mit dem Himmel eine gleiche Temperatur beſitzen, wenn ſie nicht durch zwei Urſachen erwärmt würde.

Die erſte derſelben iſt die innere Wärme, welche die Erde zur Zeit ihrer Entſtehung beſaſs, und von der ſie nur einen Theil durch ihre Oberfläche entweichen lieſs. Die zweite Urſache liegt in der beſtändigen Einwirkung der Sonnenſtrahlen, welche die

ganze Maſſe durchdringen und an der Oberfläche die Verſchiedenheit der Klimate unterhalten.

Die urſprüngliche Wärme des Erdkörpers hat keine merkliche Wirkung an der Oberfläche; im Innern der Erde kann ſie aber auſserordentlich groſs ſeyn. Die Temperatur der Oberfläche überſchreitet den Werth, welchen ſie zuletzt erreichen muſs, nicht um $\frac{1}{30}$ eines Grades des hunderttheiligen Thermometers. Im Anfange verminderte ſie ſich ſehr raſch; gegenwärtig aber geſchieht die Abnahme mit einer überaus groſsen Langſamkeit.

Die bis jetzt geſammelten Beobachtungen ſcheinen anzuzeigen, daſs die verſchiedenen Punkte einer und derſelben ins Innere der Erde geführten Vertikallinie um ſo erhitzter ſind, als die Tiefe gröſser iſt, und man hat berechnet, daſs die Temperatur auf 30 bis 40 Meter um einen Grad zunimmt. Ein ſolches Reſultat ſetzt im Innern eine ſehr hohe Temperatur voraus; ſie kann nicht von der Wirkung der Sonnenſtrahlen erzeugt worden ſeyn; erklärt ſich hingegen naturgemäſs durch die der Erde bei ihrem Entſtehen eigenthümliche Wärme.

Dieſer Anwuchs von ungefähr einem Grad auf 32 Meter, iſt nicht beſtändig, ſondern nimmt fortdauernd ab; es müſſen aber viele Jahrhunderte verflieſsen, ehe er auf die Hälfte ſeines gegenwärtigen Werthes herabſinkt.

Wenn etwa andere bisher unbekannte Urſachen die nämlichen Thatſachen erklären könnten, und die Erdwärme andere allgemeine oder zufällige Quellen hätte, ſo wird man ſie durch Vergleich der Beobachtungen mit den Reſultaten dieſer Theorie entdecken.

Die Wärmestrahlen, welche die Sonne unaufhörlich auf den Erdkörper sendet, erzeugen auf diesem zwei sehr verschiedene Wirkungen. Die eine ist periodisch und verbleibt ganz in der äussern Fläche; die andere ist beständig und läſst sich an tieferen Orten beobachten, z. B. bei 30 Metern unterhalb der Oberfläche. Die Temperatur dieser Orte erleidet im Laufe des Jahres keine merkliche Veränderung, sie ist bleibend; aber nach den Klimaten sehr verschieden. Sie entsteht durch die beständige Wirkung der Sonnenstrahlen und durch die Ungleichheit, mit welcher die Theile der Oberfläche, vom Aequator bis zu den Polen, derselben ausgesetzt sind. Man kann die Zeit bestimmen, welche verflieſsen muſste, bevor die Sonnenstrahlen die jetzt beobachtete Verschiedenheit der Klimate erzeugen konnten. Alle diese Resultate stimmen mit jenen Theorien der Mechanik überein, welche uns die Stabilität der Rotationsaxe der Erde kennen lehrten. Die periodische Wirkung der Sonnenstrahlen besteht aus täglichen und jährlichen Veränderungen. Diese Ordnung der Thatsachen wird genau und in ihrem ganzen Detail durch die Theorie dargestellt. Der Vergleich der Resultate der letzteren mit den Beobachtungen, dient zur Messung des Leitungsvermögens der Substanzen, welche die Erdrinde ausmachen.

Das Daseyn der Atmosphäre und der Gewässer macht im Allgemeinen die Vertheilung der Wärme gleichförmiger. Im Ocean wie in den Seen streben die kälteren oder vielmehr die dichteren Theile beständig nach den tieferen Gegenden, und die Bewegung der Wärme, welche durch diese Ursache erzeugt

werden, ſind im Allgemeinen viel raſcher als die, welche in feſten Subſtanzen durch deren Leitungsvermögen bewirkt wird. Die mathematiſche Unterſuchung dieſes Vorganges erfordert genaue und ſehr zahlreiche Beobachtungen. Letztere ſind geeignet zu zeigen, wie durch dieſe inneren Bewegungen verhindert wird, daſs die Wirkung der eigenen Wärme der Erde in der Tiefe des Waſſers merkbar iſt.

Die Flüſſigkeiten ſind ſehr ſchlechte Leiter für die Wärme, aber ſie haben wie die luftförmigen Stoffe die Eigenſchaft, dieſelbe ſehr ſchnell nach gewiſſen Richtungen fortzuführen. Die nämliche Eigenſchaft in Verbindung mit der Centrifugalkraft iſt es, welche alle Theile des Oceans und der Atmoſphäre bewegt und untereinander mengt; ſie unterhält in dieſen die regelmäſsigen und unermeſslich groſsen Strömungen.

Die Dazwiſchenkunft der Luft ändert die Wirkungen der Wärme auf der Oberfläche merklich ab. Die Sonnenſtrahlen, welche die durch ihr eigenes Gewicht verdichteten Schichten der Atmoſphäre durchdringen, erhitzen dieſelben ſehr ungleich; die, welche am lockerſten ſind, ſind auch die kälteſten, weil ſie nur einen geringen Theil der Strahlen verlöſchen und verſchlucken. Die als Licht anlangende Wärme der Sonne beſitzt die Eigenſchaft die feſten und flüſſigen Körper, welche durchſichtig ſind, zu durchdringen; verliert dieſelbe aber faſt gänzlich, wenn ſie ſich durch ihre Mittheilung an die irdiſchen Gegenſtände, in dunkle ſtrahlende Wärme verwandelt hat.

Dieſe Verſchiedenheit der leuchtenden und dunklen Wärme erklärt die Temperaturerhöhung, welche

durchſichtige Körper verurſachen. Die Waſſermaſſe, welche einen groſsen Theil der Erde bedeckt, und das Eis an den Polen, ſetzten der zuſtrömenden leuchtenden Wärme weniger Hinderniſſe entgegen, als der dunklen Wärme, welche nach entgegengeſetzter Richtung in den äuſsern Raum zurückkehrt. Die Gegenwart der Atmoſphäre erzeugt eine Wirkung gleicher Art, welche aber, weil es an vergleichenden Beobachtungen gebricht, im jetzigen Zuſtand der Theorie nur ungenau beſtimmt werden konnte. Wie dem auch ſey, ſo viel ſteht nicht zu bezweifeln, daſs die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf einen feſten Körper von ſehr groſser Ausdehnung, nicht viel von derjenigen Temperatur abweicht, welche man mit einem Thermometer beobachtet, das unmittelbar den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt iſt.

Die Strahlung der höhern Schichten der Atmoſphäre, deren Kälte ſehr groſs und nahe beſtändig iſt, hat Einfluſs auf alle von uns beobachteten meteorologiſchen Erſcheinungen. Sie kann durch Zurückſtrahlung an der Fläche von Hohlſpiegeln noch merklicher gemacht werden. Die Gegenwart der Wolken, welche dieſe Strahlen auffangen, mäſsigen die Kälte der Nächte.

Man ſieht, daſs die Oberfläche der Erde eingeſchloſſen iſt zwiſchen einer feſten Maſſe, deren innere Temperatur die Glühhitze überſteigen mag, und einem unendlich groſsen Raum, deſſen Temperatur unter dem Gefrierpunkt des Queckſilbers liegt.

Alle vorhergehenden Schlüſſe finden auch bei den übrigen Planeten ihre Anwendung. Man kann ſie als in einem Mittel befindlich anſehen, deſſen ge-

meinſchaftliche Temperatur conſtant und wenig niedriger iſt, als die an den Polen der Erde. Die nämliche Temperatur beſitzen auch die entfernteren Planeten, denn für dieſe iſt der Eindruck der Sonne, ſelbſt wenn er durch die Beſchaffenheit der Oberflächen vergröſsert wird, zu ſchwach um eine merkliche Wirkung hervorzubringen; und wir wiſſen durch den Zuſtand unſerer Erde, daſs bei den Planeten, die nicht jünger, wie dieſe ſind, keine, durch eigne Wärme veranlaſste Temperaturerhöhung an deren Oberfläche Statt finden kann.

Eben ſo wahrſcheinlich iſt es, daſs für den gröſsten Theil der Planeten die Temperatur ihrer Pole nur wenig über der des Raumes erhöht liegt. Was die mittlere, durch die Sonnenwirkung erzeugte Temperatur dieſer Körper betrifft, ſo iſt ſie nicht bekannt, weil ſie von dem etwaigen Daſeyn einer Atmoſphäre und dem Zuſtande der Oberfläche abhängt. Man kann ſelbſt nur auf eine genäherte Art die mittlere Temperatur bezeichnen, welche die Erde, an die Stelle dieſer Planeten geſetzt, erreichen würde.

Nach dieſer Auseinanderſetzung, wollen wir die verſchiedenen Theile unſerer Aufgabe nach und nach unterſuchen, und zuvor eine Bemerkung beibringen, welche ſich auf alle dieſe Theile erſtreckt, da ſie auf die Natur der Differenzialgleichungen gegründet iſt, welche die Bewegung der Wärme darſtellen. Sie beſteht darin, daſs jede von den von drei Urſachen bedingten Wirkungen für ſich berechnet werden können, gleich als wenn jede allein vorhanden wäre. Es reicht alsdann hin die partiellen Wirkungen zu vereinigen; ſie

gehen frei durcheinander wie die unendlich kleinen Oscillationen der Körper.

Wir werden zunächst die Hauptresultate beschreiben, welche von der fortgesetzten Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde entstehen.

Bringt man ein Thermometer zu einer beträchtlichen Tiefe unterhalb der Oberfläche der festen Erde z. B. bis zu 40 Meter, so zeigt dieses Instrument eine feste Temperatur. Diese Thatsache läfst sich überall auf der Erde beobachten. Diese Temperatur in der Tiefe ist für einen gegebenen Ort constant; aber nicht die nämliche in den verschiedenen Klimaten. Sie nimmt im Allgemeinen ab, so wie man sich den Polen nähert.

Beobachtet man die Temperatur der näher an der Oberfläche, z. B. in einer Tiefe von einem 5 oder 10 Meter, liegenden Punkte, so findet man, dafs dieselbe während der Dauer eines Tages oder Jahres veränderlich ist. Die Erdschale, in welcher diese Veränderungen vor sich gehen, lassen wir aber zuvor unberücksichtigt, denken sie uns als fortgenommen, und betrachten nur die festen Punkte der neuen Erdoberfläche.

Man sieht ein, dafs die Masse nach Maafsgabe wie sie die vom Brennpunkt ausgegangene Wärme empfing, ihren Zustand verändern mufste. Ihre inneren Temperaturen schritten dadurch allmählig einem Endzustande entgegen, welcher keinen Veränderungen unterworfen ist. Alsdann erlangte jeder Punkt der festen Kugel eine bestimmte Temperatur, welche nur von seiner Lage abhängt.

Der endliche Zustand einer Masse, die von der Wärme in allen Theilen durchdrungen ward, ist ge-

nau mit dem eines Gefäſses zu vergleichen, welches oben aus einer conſtanten Quelle mit einer Flüſſigkeit verſehen wird, und unten eine gleiche Menge durch ein oder mehrere Oeffnungen wieder ausflieſsen läſst.

Eben ſo ward die Sonnenwärme im Innern der Erde angehäuft und daſelbſt beſtändig erneuert. Sie durchdringt die Theile an der Oberfläche in der Nachbarſchaft des Aequators und entweicht in die Polargegenden. Die erſte Aufgabe dieſer Art, welche ich der Rechnung unterwarf, befindet ſich in einer Abhandlung, welche ich am Ende des Jahres 1807 dem Inſtitute vorlas und in deſſen Archive niedergelegt iſt. Damals behandelte ich dieſe Aufgabe, um ein merkwürdiges Beiſpiel der Anwendung von der in der Abhandlung entwickelten neuen Theorie zu geben, und um zu zeigen wie die Analyſis die Wege kennen lehre, welche die Sonnenwärme im Innern der Erde befolgt.

Wenn man ſich nun die obere Erdſchale wiederhergeſtellt denkt, deren Punkte in keiner hinlänglichen Tiefe liegen, als daſs ſie eine feſte Temperatur beſitzen könnten, ſo bemerkt man eine zuſammengeſetztere Ordnung der Erſcheinungen, von welchen unſere Analyſe einen vollſtändigen Ausdruck giebt. In einer Tiefe von 3 oder 4 Meter verändert ſich, wie man beobachtet hat, die Temperatur im Verlaufe eines Tages nicht, aber ſie verändert ſich merklich im Laufe des Jahres; ſie ſteigt und ſinkt abwechſelnd Die Gröſse dieſer Variationen, d. h. die Differenz zwiſchen dem Maximum und Minimum der Temperatur, iſt nicht dieſelbe in allen Tiefen; ſie iſt um ſo geringer, als der Abſtand von der Oberfläche beträchtli-

cher ist. Die verschiedenen Punkte einer und derselben Vertikallinie erreichen nicht zu derselben Zeit die Temperaturgränzen. Die Gröfse dieser Variationen, die Jahreszeiten, welche den höchsten, den mittlern und den niedrigsten Temperaturen entsprechen, verändern sich mit der Lage eines Punktes in der Vertikale. Das nämliche gilt von den Wärmemengen, welche abwechselnd auf- und niedersteigen; alle diese Werthe haben gewisse Beziehungen zu einander, welche durch die Beobachtungen gezeigt und durch die Analysis sehr deutlich ausgedrückt werden. Die Resultate der Beobachtung stimmen mit denen überein, welche die Theorie liefert; es giebt keine Erscheinung, die vollständiger erklärt wäre als diese. Die mittlere jährliche Temperatur irgend eines Punktes der Vertikale, d. h. der mittlere Werth aller der, welche im Verlaufe eines Jahres an diesem Punkte beobachtet wurden, ist unabhängig von der Tiefe. Sie ist die nämliche für alle Punkte der Vertikale, und folglich diejenige, welche man unmittelbar unter der Oberfläche beobachtet; diefs ist die feste Temperatur der tiefen Orte.

Es ist klar, dafs wir bei Aufstellung dieses Satzes die innere Wärme der Erde nicht in Betracht ziehen, und folglich mit um so gröfserem Rechte auch nicht die zufälligen Umstände, welche diefs Resultat für einen gegebenen Ort abändern könnten. Unser Hauptzweck ist, die allgemeinen Erscheinungen kennen zu lernen. Wir sagten früher, dafs die verschiedenen Wirkungen gesondert betrachtet werden könnten. Wir müssen auch in Bezug auf die in der genannten Abhandlung beigebrachten numerischen Berechnun-

gen bemerken, dafs sie nur als Beispiele der Rechnung dienten. Die meteorologischen Beobachtungen, welche die nöthigen Angaben liefern könnten, so wie die Beobachtungen über die Capacität und das Leitungsvermögen der Körper für die Wärme, sind zu ungewifs und in zu engen Gränzen eingeschlossen, als dafs man gegenwärtig aus der Rechnung genaue Resultate ableiten könnte. Um die Anwendung der Formeln zu erläutern, habe ich Zahlenbeispiele gebraucht, welche auch zugleich eine richtigere Idee von den Erscheinungen geben, als die allgemeinen Ausdrücke für sich.

In den der Oberfläche sehr nahe gelegenen Theilen steigt und sinkt das Thermometer während eines jeden Tages. Diese täglichen Veränderungen hören in einer Tiefe von 2 oder 3 Meter auf, merklich zu seyn. Unterhalb derselben kann man nur die jährlichen Veränderuugen bemerken, und selbst diese verschwinden in einer gröfseren Tiefe.

Wenn die Erde sich mit einer beträchtlich gröfsern Geschwindigkeit um ihre Axe oder um die Sonne drehte, so würden die täglichen und jährlichen Variationen nicht mehr zu beobachten seyn, und die Punkte der Oberfläche die feste Temperatur der tiefen Orte erreichen und behalten. Im Allgemeinen hat die Tiefe, in welcher die Variationen aufhören merklich zu seyn, ein einfaches Verhältnifs zur Dauer der Periode, welche dieselben Erscheinungen auf die Oberfläche versetzt. Diese Tiefe ist genau proportional der Quadratwurzel jener Periode. Aus diesem Grunde dringen die täglichen Variationen nur bis zu einer Tiefe ein, die 29 mal geringer ist als die, in

welcher man noch jährliche Veränderungen wahrnimmt.

Die Aufgabe über die periodische Bewegung der Sonnenwärme ward zum ersten Male in einer besonderen, dem Institute im October 1809 überlieferten Schrift behandelt. Ich habe diese Lösung wiederholt in einer zu Ende des Jahres 1811 eingesandten und den Memoiren einverleibten Abhandlung.

Die nämliche Theorie giebt Mittel, die totale Wärmemenge zu messen, welche im Laufe eines Jahres die Abwechslungen der Jahreszeiten bestimmt. Bei Auswahl dieses Beispieles für die Anwendung der Formeln hatte ich den Zweck zu zeigen, dass eine gewisse nothwendige Bedingung existirt zwischen dem Gesetz der periodischen Variationen und der totalen Wärmemenge, welche diese Oscillation vollführt; so dass, wenn dieses Gesetz für ein gegebenes Klima durch Beobachtungen bekannt ist, man daraus die Wärmemenge ableiten kann, welche in die Erde dringt und in die Luft zurückkehrt. Indem ich ein ähnliches Gesetz beobachtete, wie das, was sich im Innern der Erde einstellt, fand ich die folgenden Resultate:

Anderthalb Monate hernach, nachdem die Temperatur der Oberfläche bis zu ihren mittlern Werth gestiegen ist, beginnt die Erde sich zu erhitzen; die Sonnenstrahlen durchdringen dieselbe während 6 Monate. Hierauf nimmt die Wärme der Erde eine entgegengesetzte Bewegung an, und verbreitet sich wieder in der Luft und dem äussern Raum. Die Menge der Wärme, welche diesen Oscillationen im Verlauf eines Jahres unterworfen ist, wird durch den Calcul ausgedrückt. Wenn die Erdrinde aus einer metalli-

schen Substanz gebildet wäre, z. B. aus Schmiedeeisen (eine Masse, die ich als Beispiel gewählt habe, da man bei ihr die specifischen Coëfficienten gemessen hat), so würde die Wärme, welche z. B. für das Klima von Paris die Abwechselung der Jahreszeiten erzeugt, auf jedem Quadratmeter Fläche, gleich seyn derjenigen, welche eine Eissäule von der nämlichen Basis und von 3m,1 Höhe schmelzt. Obgleich man noch nicht den Werth der Coëfficienten für diejenigen Substanzen bestimmt hat, aus welchem unsere Erde gebildet ist, so sieht man doch leicht, daſs sie bei weitem ein geringeres Resultat geben würden, als das eben angezeigte. Es ist proportional der Quadratwurzel aus dem Produkte der, auf das Volumen bezogenen, Wärmecapacität mit dem Leitungsvermögen.

Laſst uns nun die zweite Ursache der Erdwärme betrachten, welche wir in den Räumen der Planeten voraussetzten. Die Temperatur dieses Raumes, genau gesprochen, ist diejenige, welche ein Thermometer zeigen würde, wenn man sich die Sonne mit den sie umgebenden Planeten als nicht vorhanden dächte und das Instrument in irgend einem Punkt des zuvor von dem Sonnensystem eingenommenen Raumes anbrächte.

Wir werden nun die vorzüglichsten Thatsachen angeben, welche das Daseyn der den Planetenräumen eigenen Wärme, unabhängig von der Gegenwart der Sonne und der ursprünglichen Erdwärme, auffinden lehren. Um zur Kenntniſs dieses besonderen Phänomens zu gelangen, muſs man untersuchen, was der thermometrische Zustand der Erdmasse seyn würde, wenn diese nur Sonnenwärme erhielte; und um diese Untersuchung zu erleichtern, kann man zuvor anneh-

men, die Atmoſphäre ſey nicht vorhanden. Wenn es nun keine beſondere Urſache gäbe, welche den planetariſchen Räumen eine gemeinſchaftliche und beſtändige Temperatur mittheilte, d. h. wenn die Erde mit den übrigen Körpern des Sonnenſyſtems in einem von aller Wärme befreiten Raume befindlich wären, ſo würde man Erſcheinungen beobachten, die den bekannten völlig widerſprächen. Die Polargegenden würden eine ungeheure Kälte erleiden, und die Temperaturabnahme von dem Aequator zu den Polen unvergleichlich raſcher und ausgedehnter ſeyn.

Bei dieſer Hypotheſe einer abſoluten Kälte des Raumes, wenn es möglich iſt eine ſolche anzunehmen, würden alle Wärmeerſcheinungen, welche wir an der Erdoberfläche wahrnehmen von der Gegenwart der Sonne abhängen. Die geringſten Unterſchiede in dem Abſtande dieſes Geſtirnes von der Erde würden ſehr beträchtliche Veränderungen in der Temperatur erzeugen. Die Abwechslung der Tage und Nächte würde plötzliche und durchaus von der Erfahrung abweichende Wirkungen erzeugen. Die Oberfläche der Körper würde beim Eintreten der Nacht augenblicklich eine unendlich heftige Kälte erleiden, und die belebten Weſen ſo wie die Pflanzen würden keiner ſo ſtarken und ſchleunigen Einwirkung, die beim Aufgang der Sonne eine entgegengeſetzte Richtung annähme, widerſtehen können. Die urſprüngliche Wärme im Innern der Erde würde nichts zur äuſsern Temperatur des Raumes beitragen und nichts an den ſo eben beſchriebenen Wirkungen verändern, da wir ſowohl durch Theorie als durch Erfahrung mit Sicherheit wiſſen, daſs der Einfluſs dieſer Centralwärme ſeit

langer Zeit an der Oberfläche unmerklich geworden ist, obgleich er in einer mittlern Tiefe sehr groſs seyn kann.

Aus diesen verschiedenen Bemerkungen, und vorzüglich aus der mathematischen Betrachtung der Aufgabe, schlieſsen wir, daſs beständig eine physikalische Ursache vorhanden ist, welche die Temperaturen an der Erdoberfläche abändert und der ganzen Erde eine Fundamentalwärme mittheilt, die unabhängig von ihrer ursprünglichen im Innern bewahrten Wärme, und unabhängig von der Einwirkung der Sonne ist. Diese feste Temperatur, welche die Erde von dem Raume empfängt, weicht wenig von derjenigen ab, welche man an den Erdpolen beobachtet. Sie ist nothwendig geringer als die Temperatur, welche den kältesten Gegenden zukömmt; doch darf man bei dieser Vergleichung nur gewisse Beobachtungen zulassen, und nicht die zufälligen Umstände in Betracht ziehen, welche eine sehr heftige Kälte veranlassen können, wie z. B. Verdampfung, heftige Winde und auſserordentliche Ausdehnungen der Luft.

Nachdem wir das Daseyn dieser Fundamentalwärme erkannt haben, ohne welche die Erscheinungen der an der Oberfläche der Erde beobachteten Wärme unerklärbar wären, fügen wir noch hinzu, daſs der Ursprung derselben, so zu sagen, für sich klar ist. Sie entsteht nämlich durch die Strahlung aller Körper des Universums, deren Licht und Wärme bis zu uns gelangen kann; die Gestirne, welche wir mit bloſsen Augen wahrnehmen, die unzählbare Menge der teleskopischen Sterne oder dunklen Körper, welche das

Weltall füllen, die Atmoſphären, mit welchen dieſelben umgeben ſind, die lockere in den verſchiedenen Theilen des Raumes zerſtreuete Materie, tragen ſämmtlich dazu bei Strahlen zu bilden, die alle Theile unſerer Planetenregionen durchdringen. Die unendlich groſse Anzahl der Körper hebt die Ungleichheiten in den Temperaturen der einzelnen auf und macht die Irradiation mehr gleichförmig.

Dieſe Temperatur des Raumes iſt nicht die nämliche in den verſchiedenen Regionen des Univerſums, doch verändert ſie ſich nicht innerhalb denjenigen, in welchen die Bahnen der Planeten liegen, da deren Ausdehnungen unvergleichlich kleiner ſind, als die Abſtände, welche dieſe ſtrahlenden Körper von letzteren trennen. Mithin trifft die Erde in allen Punkten ihrer Bahn dieſelbe Temperatur des Himmels an.

Gleiches gilt von den übrigen Planeten unſers Sonnenſyſtems; ſie alle nehmen gleichmäſsig Theil an der gemeinſchaftlichen Temperatur, und für jeden derſelben wird dieſe, zufolge ſeines Abſtandes von der Sonne, durch die Strahlen der letzteren erhöht. Was die Aufgabe betrifft, die Temperatur anzugeben, welche ein jeder Planet erreichen muſs, ſo ſind Nachſtehendes die Principien, welche eine genaue Theorie darüber geliefert hat. Die Intenſität und die Vertheilung der Wärme an der Oberfläche eines Planeten hängt ab, von der Entfernung dieſes Körpers von der Sonne, von der Neigung ſeiner Umdrehungsaxe gegen ſeine Bahn und von der Beſchaffenheit der Oberfläche. Sie iſt ſelbſt in ihrem mittlern Werthe ſehr von der verſchieden, welche ein iſolirtes Thermometer, am Orte

des Planeten, zeigen würde; denn der Zuſtand der Feſtigkeit, die ſehr groſse Ausdehnung und ohne Zweifel die Gegenwart der Atmoſphäre, ſo wie die Natur der Fläche beſtimmen dieſen mittleren Werth.

Die urſprüngliche Wärme, welche ſich im Innern der Maſſe erhielt, hat längſt aufgehört eine merkliche Wirkung auf der Oberfläche auszuüben. Denn der gegenwärtige Zuſtand der Erdrinde zeigt uns, daſs die urſprüngliche Wärme ſeiner Oberfläche faſt gänzlich entwichen iſt. Wir betrachten es zufolge der Anordnung unſers Sonnenſyſtems als ſehr wahrſcheinlich, daſs die Temperatur der Pole aller oder wenigſtens der meiſten Planeten wenig niedriger iſt, als die des Raumes. Dieſe Temperatur der Pole iſt die nämliche für alle dieſe Körper, obgleich ihre Abſtände von der Sonne ſehr ungleich ſind.

(Die Fortſetzung folgt.)

VI.

Nachträgliche Bemerkung zu dem in Heft 2. Bd. 76 enthaltenen Auffatz über den Harmotom;

vom

Dr. Wernekink zu Giefsen.

Neuerdings ward in der Gegend von Annerode der Harmotom in concentrifch gruppirten Kryftallen gefunden, welche Art des Vorkommens andern Körpern der Zeolith-Familie fo gewöhnlich ift, vom Harmotom bisher aber noch nicht bekannt war. In den Blafenräumen des Bafalt-Mandelfteins finden fich weifse aufgewachfene Kügelchen von auseinanderlaufend-ftrahliger Textur; die Oberfläche der Kügelchen befteht aus lauter Kryftallfpitzen von Zwillingen wie Fig. 3. Diefe Bildung ift vielleicht (jedoch innerhalb der Gränzen wahrer Kryftall-Gruppirung mit Winkel-Beftimmtheit) angedeutet in der Gruppe Fig. 10, welche oben befchrieben. (Die zu dem erwähnten Auffatze gehörige Kupfertafel ift diefem Hefte beigelegt worden. *P.*)

VII.

Trauriges Ereignifs mit Knallqueckfilber; zur Warnung mitgetheilt

von

Herrn Adminiftrator Hermann zu Schönebeck.

Vor längerer Zeit wurde ich von Fabrikanten, welche Kupferhütchen zu Flinten mit Percuffions-Schlöffern verfertigen, aufgefordert, Knallqueckfilber zu liefern. Da ich bald ein Verfahren fand, bei welchem es ohne Gefahr, fchnell, in hinreichender Quantität gefertigt werden kann, fo übernahm ich diefe Fabrikation. Einer jener Fabrikanten verlangte durch einen Expreffen ¼ Pfund Knallqueckfilber, und da kein Vorrath auf dem Lager war, fo übernahm einer meiner Affiftenten, Herr Kypke, ein in wiffenfchaftlicher und anderer Hinficht fehr fchätzbarer junger Mann, die Anfertigung der verlangten Quantität Knallqueckfilber, und lieferte diefe den folgenden Tag zum Debit ab. Beim Zurückgehen nach dem Laboratorio kam Hr. Kypke auf den für ihn fo unglücklichen Gedanken, mehrere meiner Fabrikarbeiter durch den Augenfchein zu belehren, dafs fie mit Papieren, worauf Knallqueckfilber gewefen fey, nicht forglos umgehen dürften. Er rollte die Papiere, worauf Knallqueckfilber gefammelt, ausgewafchen und getrocknet war, zufammen, nahm diefe Rolle in die linke Hand, und entzündete, indem er mit der Rech-

ten das Papier, wie oftmals früher ohne weitern Erfolg, gegen einander rieb, um sich etwas Knallquecksilber davon loszumachen, womit er den Arbeitern die erfolgende Explosion anschaulich machen könne, das daran haftende Knallquecksilber, was ihm die linke Hand in unzählige Stücke zerschmetterte. Die Rechte war nur leicht verbrannt und wahrscheinlich nur durch die umhergeschleuderten Knochensplitter der Linken beschädigt, denn auch einer der zunächst stehenden Arbeiter war an Händen und Unterleib durch diese Knochensplittern leicht verletzt. Es bestätigte sich auch bei dieser Explosion die Erfahrung, dass die furchtbare Wirkung der knallsauren Metallsalze fast blos nach unten Statt findet *), denn weder Herr Kypke noch einer der Arbeiter hatte einen Druck der Luft empfunden, ja Herr Kypke hatte gar nicht ein-

*) Wenn es dem Herausgeber einer Zeitschrift verstattet ist, bei fraglichen Gegenständen seine Meinung zu äussern, so muss ich bei dieser Gelegenheit meine Zweifel an der wirklichen Existenz einer solchen Wirkung nach unten, bekennen. Mir scheint es kaum glaublich, dass die verpuffende Substanz, wes Ursprungs auch die Verpuffung ist, sich vorzugsweise nach *einer* Richtung äussern sollte, wenn sie nach *allen* einen gleichen Widerstand fände. Bei den Versuchen, die nur in der Absicht angestellt werden, um die heftige Wirkung der Knallsubstanzen im Allgemeinen darzuthun, möchte wohl diese Bedingung nicht erfüllt seyn, und bevor sie es nicht ist, der Schluss auf eine einseitige Wirkung noch einer weitern Bestätigung bedürfen. Die öffentliche Hinweisung auf dieses (mir schon auf anderem Wege bekannten) Paradoxon erwirbt dem verdienstvollen Hrn. Verfasser gewiss den lebhaftesten Dank; eine weitere Untersuchung kann man freilich nur wünschen, nicht gut anrathen; ich halte sie indess keinesweges für unausführbar. *P.*

mal gefühlt, dafs ihm die Hand zerfchmettert war, und wurde er von diefem fchrecklichen Ereignifs erft durch den Augenfchein belehrt. Zum Glück war der Armknochen nicht befchädigt, und es konnte die Hand blos im Gelenk abgenommen werden. Nach der Erfahrung der fonft von einem beftimmten Gewicht Queckfilber erzeugten Quantität, kann in den fich entzündeten Papieren etwa zwei Drachmen Knallqueckfilber gewefen feyn. Es hat fich wahrfcheinlich nicht einmal das Ganze entzündet, denn ich fand an der langen hölzernen Pfeife, welche Herr Kypke im Munde gehabt hatte, noch unzerfetztes Knallqueckfilber. Herr Kypke ift zu meiner grofsen Freude und Beruhigung, fo weit es möglich war, wieder hergeftellt. Diefer traurige Vorfall hat mich zu dem feften Entfchlufs gebracht, weder das Knallqueckfilber noch einen andern fulminirenden Metallkalk ferner bereiten zu laffen. Es hat aber Herr Elbe, Vorfteher der Piefchelfchen Bleiweifs-Fabrik zu Magdeburg, in Verbindung mit Herrn Dr. Haafe dafelbft, die Fabrikation des Knallqueckfilbers übernommen, und bitte ich die Hrn. Fabrikanten, welche diefes Präparat bedürfen, fich an diefe zu wenden.

Möge durch diefes traurige Beifpiel anderes, vielleicht noch gröfseres Unglück verhütet werden.

Hermann.

VIII.

Hagel mit metallischem Kern.

(Auszug eines Schreibens aus Orenburg, vom Hrn. Dr. v. Eversmann, datirt vom 8. Oct. 1824 alt. Styls.)

Einige Tage vor unserer Ankunft hieselbst am $\frac{3}{15}$ Aug. (der Reisende hatte in Begleitung seiner Familie den Weg aus den böhmischen Bädern über Lemberg, Kiow und Pensa genommen), ist in Sterlitamack oder Sterlitamansk, einer Kreisstadt im Gouvernement Orenburg 230 Werste nördlich von Orenburg an dem großen Flusse Bjäjaga liegend, ein merkwürdiger Hagelfall gewesen. Die Hagelkörner, von beträchtlicher Größe, schlossen nämlich einen festen Kern ein, der einen völlig ausgebildeten Krystall darbot. Es sind an 30 dieser Kerne an unsern Herrn Gouverneur v. Essen gesandt worden, und zwei davon habe ich selbst erhalten. Sie sind von brauner Farbe, etwa wie die goldhaltigen Schwefelkieswürfel von Beresowsky und besitzen eine runzlich und glänzende Oberfläche. Die Krystalle bestehen aus sehr flachen doppelt vierseitigen Pyramiden mit gegeneinander überstehenden Seitenflächen und stellen also stumpfe Octaëder dar. Die Kanten, welche in der stumpfen Ecke des Octaëders zusammenlaufen, sind runzlich und stehen hervor, so daſs sie auf beiden Seiten der Basis des Octaëders ein erhabenes Kreuz bilden, wie es Fig. 2 in natürlicher Gröſse zeigt. Fig. 3 ist eine Seitenansicht

des Octaëders, und giebt ungefähr den Winkel, unter welchen die Flächen desselben gegen die Axe neigen. An einigen Kryſtallen ſind die vier Ecken der gemeinſchaftlichen Grundfläche der doppelt vierſeitigen Pyramide abgeſtumpft, ſo daſs die Grundfläche einen achtſeitigen Umriſs (Fig. 4) erhält. Nimmt dieſe Abſtumpfung zu, ſo entſteht wieder ein dem vorigen ähnlicher Körper, bei welchem aber die erhabenen Kreuzlinien nicht als Diagonalen von den Winkeln auslaufen, ſondern ſenkrecht ſtehen auf den 4 Seiten des Quadrates, wie es Fig. 5 darſtellt.

Die Beſtandtheile dieſer Aërolithen ſind, ſo viel ſich aus dem Anſchein urtheilen läſst, Schwefelmetalle. — Schwerlich wird wohl jemand behaupten, daſs dieſe Steinchen aus dem Monde zu uns herunter gekommen ſind. Ob ähnliche Erſcheinungen, nämlich Aërolithen als vollkommene Kryſtalle, bekannt ſind, weiſs ich nicht *).

*) Im nächſten Zuſammenhange ſteht dieſer Hagelfall offenbar mit dem, welcher ſich am 21. Jun. 1821 in der Graffchft Majo in Irland ereignete, nur daſs dort keine vollſtändigen Kryſtalle gefunden wurden und die Fragmente derſelben, Spuren eines Pentagonal-Dodecaëders zeigten, während es hier offenbar Octaëder waren. Es muſs alſo auch noch dahingeſtellt bleiben, ob dieſe Aërolithen in chemiſcher Hinſicht gleich waren. (S. dieſ. Annal. Bd. 72 S. 436.) P.

IX.

Hagel von ausserordentlicher Gröfse.

Das nachstehende Beispiel eines Hagels von u
wöhnlicher Gröfse, von dem ich nicht finden k
dafs es schon in diesen Annalen zur Sprache gebr
sey, verdanke ich der gütigen Mittheilung des
Leop. v. Buch, und ist aus Heyne's Tracts histo
and statistical on India entlehnt, wo es p. 29 bei
Statistical fragments on the mysore erwähnt wird.
heifst daselbst: „Hagel fällt (in Mysore) nur wäh
der heifsen Jahreszeit im April und im Mai.
wöhnlich sind die Stücke von dem Gewichte e
halben Unze, zuweilen aber besitzen sie eine seh
trächtliche Gröfse. Die Hagelfälle sind mit schw
Donner und heftigen Stürmen oder Stofswinden
Osten begleitet; sie sind häufiger oberhalb des Gl
gebirges als unterhalb desselben. Die Eingebo
nennen die Hagelkörner: Regensteine (Rainstor
und legen ihnen sehr stärkende Kräfte bei. M
von ungeheurer Gröfse sollen zu verschiedenen Ze
aus den Wolken gefallen seyn. Es ist eine wohl
glaubigte Thatsache, dafs in der letzten Zeit der
gierung Tippoo Saheb's nahe bei Seringapatam
Masse von der Gröfse eines Elephanten niederfiel,
welcher die Offiziere des Sultans berichteten, dal
auf die Haut derjenigen, welche sie berührt hätten,
Feuer gewirkt habe — ein sehr natürlicher Vergl

von Leuten, die mit dem Gefühl einer außerordentlichen Kälte unbekannt waren. Es wird ferner erzählt, daß zwei ganze Tage vergingen, ehe die Masse völlig aufgelöst ward, während welcher Zeit dieselbe einen solchen Geruch aushauchte, daß das Volk abgehalten ward sich ihr zu nähern. Wahrscheinlich hat die Furcht diesen letzten Bericht erzeugt (. Sollte die Eismasse vielleicht Schwefelverbindungen eingeschlossen haben (*P.*)). Daß dieser Bericht in den öffentlichen Urkunden der Regierung Tippoo's enthalten ist, versicherte mir ein Mann von sehr glaubwürdigem Charakter, welcher ein hohes Amt im Civildienst unserer achtbaren Compagnie bekleidet."

P.

X.

Merkwürdige Schneebälle;

beobachtet am 1. Apr. 1815 zu Brunswik in Nord-Amerika vom Prof. Cleaveland (aus Silliman's americ. Journ. 1823. Vol. VI. p. 162.)

Am größten Theile des Tages, der dieser Erscheinung vorherging, fiel ein sehr feiner Nebel, und in dem ersten Theil der Nacht, in welcher der Wind nach NW umsprang, folgte diesem ein sehr leichter Schneefall, nahe 2 Zoll hoch. Am folgenden Morgen waren die Felder und Wege mit einer großen Menge von Schneebällen bedeckt, welche von 1 Zoll an bis 5 Zoll im Durchmesser hielten. Die kleineren hat-

ten beinahe Kugelgeſtalt, die gröſseren hingegen waren einigermaſsen oval, da ſie vom Winde auf einer beträchtlichen Strecke nach einer Richtung fortgerollt waren. Ihr Gefüge war homogen und ihr Gewicht auſserordentlich leicht. Sie beſtanden aus einer Menge kleiner unregelmäſsig zuſammengehäufter Schneeprismen. Die kleineren Bälle ertrugen kaum eine Unterſuchung in der Hand, ohne von einander zu fallen, die gröſseren waren aber feſter. Im Allgemeinen waren die Pfade deutlich zu ſehen, in welchen die Bälle ſich aufgerollt hatten. Die kleineren Bälle fanden ſich im Gehölze oder anderen vor dem Winde geſchützten Orten, welches anzeigte, daſs ihre Bildung in der Atmoſphäre begonnen hatte. Aehnliche Schneebälle wurden in den meiſten der umliegenden Städte beobachtet. Ihr Anblick auf dem Androscogginfluſſe war höchſt intereſſant.

XI.

Notiz für die Theilnehmer an den im Juni und Juli 1823 ſtattgehabten Barometerbeobachtungen;

vom

Hrn. Maj. v. Oesfeld und dem Herausgeber.

In der Hoffnung, daſs die gegenwärtigen Zeilen der Mehrzahl jener verehrten Männer zu Geſichte kommen werden, welche auf unſere Einladung an den im Juni und Juli 1823 von uns in Berlin und Cuxhaven gemachten Barometerbeobachtungen ſo thätig Antheil nahmen, benutzen wir dieſen Augenblick, um durch eine vorläufige Nachricht über den Erfolg jenes Unternehmens ihnen einen Theil unſerer Schuld abzutragen. Wir erkennen mit dem lebhafteſten Dank die uns bisher zu Theil gewordene Nachſicht, und ſchmeicheln uns, darin eine ſtille Anerkennung der mühevollen Arbeit zu erblicken, welche mit der Berechnung ſo zahlreicher Materialien verknüpft iſt. In der That iſt es auch nur der ungemein groſse Reichthum von Beiträgen, welcher uns bis jetzt verhindert hat zum Ziele zu gelangen, denn die Berechnung, welche in letzter Zeit unter ſpecieller Anleitung des erſteren von uns betrieben ward, iſt niemals ausgeſetzt worden. Die achtbaren Theilnehmer werden uns gewiſs einige Gerechtigkeit widerfahren laſſen, wenn wir hier, wie ſchon früher einzelnen unter ih-

nen, die Nachricht geben, daſs von 150 Orten in Deutſchland, Preuſsen, Dänemark, der Schweiz, Ungarn und dem nördlichen Italien über 30000 Beobachtungen eingelaufen ſind, deren Benutzung vor der eigentlichen Berechnung durch mannigfaltige, im Einzelnen zwar unbedeutende, auf das Ganze aber ſehr zeitraubende Reductionen beträchtlich erſchwert ward. Wir ſind indeſs gegenwärtig ſo weit gediehen, daſs wir das baldige Ende der Arbeit vorausſehen können, und bitten nur, bis zu dieſem uns die bisher geſchenkte nachſichtsvolle Geduld nicht zu entziehen. Ueber die gewonnenen Reſultate ſagen wir hier abſichtlich nichts, weil wir dieſelben, unſerem Verſprechen gemäſs, und noch im Laufe dieſes Sommers, jedem Theilnehmer beſonders, in nöthiger Ausführlichkeit mitzutheilen gedenken. Wir ſind nicht der Meinung, daſs durch das Unternehmen die geſtellte Aufgabe als völlig erledigt zu betrachten ſey, glauben aber, daſs unſere achtbaren Mitarbeiter mit uns in dieſem einen nicht ganz miſsglückten Verſuch erkennen werden, durch welchen die Bahn zu einem künftigen erfolgreicheren Unternehmen gebrochen iſt. Das was wir vorlegen werden, iſt die Frucht weniger Wochen von einem Vereine von Männern, welche uns vorläufig als Beförderer dieſes Theiles der Phyſik bekannt waren. Es konnte nicht fehlen, daſs mancher vortreffliche Beobachter von uns übergangen ward; daſs manchem unſerer Theilnehmer es unmöglich war, die angeſetzten Stunden beſtändig einzuhalten, und daſs mehrere Inſtrumente nicht die zu wünſchende Vollkommenheit beſaſsen; aber dennoch ſind wir gewiſs, daſs der Anblick der Reſultate Jedem die Ueber-

zeugung gewähren werde, kein Land in Europa könne hinſichtlich der allgemein verbreiteten Liebe für dieſen Zweig der Naturkunde mit Deutſchland einen Vergleich beſtehen. Im Vertrauen auf die letztere erfreuen wir uns ſchon im Voraus des Gedankens, daſs es einer etwaigen Wiederholung unſers Verſuches, durch länger fortgeſetzte, und vielleicht nur auf die Mittagszeit beſchränkte Beobachtungen, nicht ſchwer fallen werde, die Fehler zu umgehen, welche bei der Kürze unſerer Beobachtungszeit nicht ganz zu vermeiden waren.



[...]E ZU HALLE,

[...]ATOR DR. WINCKLER.

Zeim, des Beo° Te..er		Therm. Reaum. frei im Schattn	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	99	+ 0.°0	67.°1	nno. 3	trüb
	90	1. 3	62. 0	N. 3	trüb
	40	1. 9	61. 9	nno. 3	trüb
	03	1. 7	64. 5	nno. 3	trüb
	72	1. 4	66. 2	N. 2	trb Schnfl
2	98	+ 0. 8	68. 6	N. 2	trüb Nbl
	75	2. 0	71. 8	nno. 2	trb Schnfl
	50	2. 3	69. 9	nno. 2	trb Rg
	51	1. 8	71. 9	nno. 3	trb Rg
	32	1. 4	65. 6	nno. 2	trb Rgtr etw Schn
3	98	− 0. 3	66. 9	NW. 2	trb Schn
	98	+ 1. 9	61. 1	NW. 2	tr Grplsch
	93	0. 5	69. 8	NW. 2	trSchuHg
	8	1. 6	66. 7	NO. 2	trüb
	9	0. 9	66. 2	NO. 2	trüb etw Schn
4	66	− 0. 2	65. 9	NO. 3	trüb
	6	+ 0. 5	62. 0	ono. 3	trüb
	8	1. 1	[illegible]9. 9	NO. 3	trüb
	2	0. 4	55. 8	NO. 3	trüb
	2	0. 0	54. 0	NO. 3	verm
5	5	− 0. 6	54. 1	N. 2	trüb
	2	+ 1. 8	[illegible]0. 2	nnw. 1	schön
	1	+ 2. 0	59. 3	nnw. 1	schön
	9	+ 1. 7	[illegible]8. 9	nnw. 1	schön
	3	− 2. 0	61. 2	nnw. 1	heitr etwSchn
6	9	+ 0. 1	55. 7	SW. 3	trüb
	5	3. 5	55. 7	SW. 4	trüb
	4	4. 2	57. 3	SW. 4	trüb
	4	+ 2. 5	66. 1	SW. 4	trüb
	5	− 0. 8	70. 9	SW. 4	trüb
7	5	+ 1. 7	67. 6	SW. 1	tretwSchn
	5	2. 6	63. 4	S. 1	trRg u Sch
	[illegible]	1. 7	75. 8	SW. 4	trSchHgR
	9	1. 7	62. 0	W. 2	schön
	9	1. 0	62. 6	W. 2	schön

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	− 0.°3	+ 5.°4	4′ 7″
2	3. 4	0. 3	4 6.8
3	5. 0	0. 9	4 6.5
4	2. 9	1. 3	4 6
5	− 3. 0	2. 8	4 5.7
6	+ 1. 1	6. 7	4 4
7	2. 3	9. 6	4 4.8
8	4. 1	11. 1	4 6
9	6. 0	9. 1	4 6.5
10	4. 9	10. 5	4 8
11	1. 6	4. 2	5 0
12	+ 0. 9	6. 3	5 0
13	− 1. 5	5. 8	5 0
14	1. 2	5. 8	5 0
15	1. 0	5. [illegible]	5 0
16	− 0. 8	5. 8	4 11.5
17	+ 2. 1	5. 6	4 10.5
18	1. 6	5. 1	4 10
19	0. 0	4. 8	4 10
20	1. 2	6. 1	5 0.5
21	+ 1. 0	6. 9	5 0
22	− 0. 4	10. 4	4 11
23	+ 3. 0	12. 6	4 10.5
24	+ 0. 2	8. 0	4 9
25	− 0. 4	2. 5	4 9
26	0. 0	3. 1	4 9
27	0. 6	2. 2	4 9.5
28	1. 0	2. 7	4 9
29	3. 1	4. 8	4 9.5
30	1. 2	3. 0	4 9
31	− 1. 2	+ 3. 0	4 9
Sma	3. 0	169. 7	147′ 6.″5
Mittl	+ 0.10	+ 5.47	4. 9.1

Min. − 5.°0 | Max. + 12.°6
grösste Veränd. 17.°6

Uebersicht d. Witterung: Tage	Zahl
heiter	–
schön	8
verm	10
trüb	13
Nebel	9
Regen	7
Grpl u. Hg	2
Schnee	5
windig	10
stürmisch	11
Gewitter	1

Nächte	Zahl
heiter	3
schön	4
verm	7
trüb	17
Regen	1
Schnee	7
windig	7
stürmisch	2
Mrgrth	3
Abrth	14

[..]n.	Therm.	Hygr.	Wind
′259	+ 97.°2	2292. 61	SW
724	152. 4	2552. 92	SW
466	292. 6	1440. 82	NO
916	44. 1	[illegible]64. 5	nno
′265	+ 484. 5	9450 9[illegible]	SW

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	332.‴951	SW	+ 5.°12	SW	60.°97	SW
Max.	339. 496	SO	+ 12. 3	NO	80. 06	SW
Min.	325. 116	oso	− 3. 0	wsw	39. 34	nnw
Vränd	14.‴380		15.°3		40. 72	



U HALLE,

ꓷR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St. / Therm. im ...tln (partially covered)	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8.°3	89.°8	NW.3	trüb
	12. 2	72. 9	NW.2	schön
	2. 9	59. 8	nnw.3	schön
	6. 5	54. 4	nnw.4	htr Abrth
	10. 3	78. 2	NW.1	heitr
2	. 5	67. 4	wnw.1	trüb Nbl
	12. 2	51. 8	SO. 2	trüb
	. 4	51. 2	oso. 2	trüb
	6. 7	63. 4	oso. 3	trüb
	10. 7	75. 9	oso. 2	schön
3	1. 6	75. 5	S. 2	trüb
	. 3	61. 4	SW. 4	trüb
	. 4	58. 7	ssw. 4	trüb
	. 7	81. 5	NW.3	trb etw Rg
	. 2	86. 2	NW.3	trüb
4	. 7	75. 5	SW. 2	heitr
	. 6	56. 8	ssw. 2	schön
	. 0	50. 6	ssw. 2	heitr
	. 0	46. 2	S. 1	schön
	. 6	60. 8	S. 1	schön
5	. 6	66. 1	sso. 1	trüb
	. 5	62. 5	wsw. 2	schön
	. 8	59. 1	SW. 2	schön
	. 6	50. 6	W. 2	htr Abrth
	. 1	74. 2	NW. 2	heitr
6	. 8	76. 9	wnw. 1	htr nebl
	. 4	55. 7	ssw. 1	schön
	. 0	54. 7	S. 1	schön
	. 7	53. 9	sso. 1	heitr
	. 4	82. 1	oso. 3	heitr
7				

Thermometrograph: Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	− 2.°8	+ 4.°4	4′ 9″
2	− 2. 4	5. 1	4 8.5
3	+ 0. 6	3. 8	4 8
4	+ 0. 3	6. 6	4 8
5	− 0. 5	5. 6	4 8
6	+ 0. 9	7. 4	4 9
7	0. 5	5. 6	4 9
8	1. 7	8. 2	4 10
9	2. 5	9. 0	5 0
10	1. 1	6. 3	5 8.5
11	+ 1. 7	8. 3	6 3
12	− 1. 0	7. 2	6 2
13	+ 0. 7	5. 4	6 0
14	1. 8	8. 4	5 9
15	+ 0. 2	6. 3	5 6
16	− 1. 3	8. 4	5 6
17	+ 3. 9	6. 7	5 5
18	2. 2	8. 4	5 4.5
19	0. 5	9. 3	5 6
20	2. 8	12. 9	5 6
21	0. 4	13. 1	5 6
22	1. 7	17. 1	5 4.5
23	3. 0	16. 1	5 3
24	7. 0	12. 3	5 2.5
25	3. 4	12. 5	5 5
26	1. 5	14. 6	5 6
27	5. 9	18. 7	5 7
28	5. 5	18. 9	5 6.5
29	7. 2	20. 7	5 5
30	+ 6. 4	+ 23. 8	5 11.5
Sma	57. 2	313. 1	160′ 9.″5
Mittl	+ 1.91	+ 10.44	5. 4.1

Min.	Max.
− 2.°8	+ 23.°8

grösste Veränd. 26.°6

Uebersicht d. Witterung: Tage	Zahl
heiter	5
schön	9
verm	8
trüb	10
Nebel	4
Duft	3
Regen	15
Graupeln	3
Schnee	3
windig	15
stürmisch	8
Nächte	
heiter	10
schön	4
verm	2
trüb	14
Regen	5
Graupeln	1
Schnee	2
windig	10
stürmisch	1
Mrgrth	5
Abrth	14

Tg	Therm.	Hygr.	Wind
8	+ 141.°2	2465. 50	N
	185. 7	2402. 55	wsw
	351. 7	2253. 08	nnw
	411. 7	1953. 44	NW
	+ 1090.3	9074. 57	nordl

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	333.‴889	N	+ 7.°27	N	60.°30	N
Max.	340. 034	nnw	+ 21. 0	S	93. 01	NW
Min.	326. 116	ssw	− 0. 7	ssw	32. 40	nnw
Veränd	13.‴918		21.°7		60. 61	

ſtets Reg. und von 6 bis Nachts einige gel. Schauer. Am 17. ſtets
eckt; Nchts, früh etws, Mittgs wenig, Nchmittgs und von 6 bis in
ken Schauern, Reg. Am 18. Nchts Reg.; Morg. unten bedeckend,
Stellen wechſelnd, Cirr. Str., Mittgs iſt wolk. Bed. ſelten geöffnet,
., Nchmittgs Zertheilung und Abds heiter; ſpätr iſt nur der Horiz.
9. Nchts 2''' ſtark Eis; früh heitr, Mittgs oben viel groſse Cirr. Str.
ohe Cum., Abds aber und ſpäter, wieder heitr. Am 20. Cirr. Str.
rg. bei ganz heit. Himmel in O ſich zeigt, hat ſich Mittgs in Cirr.
S u. W faſt bed., nach Mittg löſen dieſe ſich wieder auf und es iſt
eitr, nur der Horiz. iſt dann ſtark bedünſt. Am 21. ſehr heiter.
eute, trat das erſte Mond-Viertel ein.
m 22. heiter, nur Abds zeigen ſich in W einige geringe Cirr. Str.
Nachtigall. Es ſtand heute der Mond in ſeiner Erdferne. Am 23.
ſich Mittgs vermehrt, und der Horiz iſt bed.; es gehen Nchmittgs
Decke, Abds in gleiche über und dieſe beſteht fort. Vom 6 bis 7
24. Nachts etws Reg., früh Cirr. Str. und offne Stellen, Vormittgs
zur wolk. Decke und Spt-Abds iſt ſie gleichf. Nach 3 wenig Reg.
Decke löſet ſich Mittgs in Cirr. Str. auf und unten erſcheinen Cum.,
winden die Wolken und Abds, wie ſpätr iſt es heitr. Am 26. früh
ten dicht oben aber offne Stellen laſſen, bilden Vormittgs gleiche
ls ſenkt ſich dieſe ſchnell an den Horiz. und oben iſt es heitr. Am
e; Abds wenig Reg. Am 28. Morg. heitr; Mittgs zeigen ſich oben
N unten kl. Cum., Nchmittgs wieder heitr, Abds faſt rings ein
er oben noch einige geringe Cirr. Str. Am 29. früh ſteht oben eine
ſser Cirr. Str., drunter hin ziehet eine andere, grauere; Mittgs auf
einz. Cirr. Str., N u. S unten Cum., erſtere haben ſich nach Mittg
und ſpätr heitr. Heute, früh 5 U. 18' Neu-Mond.
etws neblig; Mittgs oben geringe Cirr. Str., Nchmttgs rings dieſe
päter, heiter.

Monats: Die erſte Hälfte rauh und naſs, die zweite zuletzt beſon-
net ſchön, oft warm. Nord-Wind, weſtlich abſpringend, ſelten
hend.

Taf. II

Fig. 5

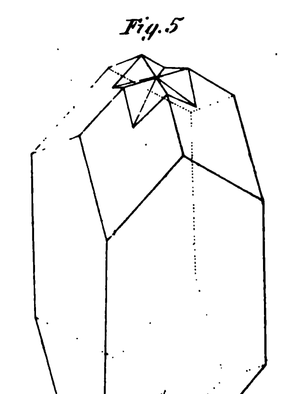
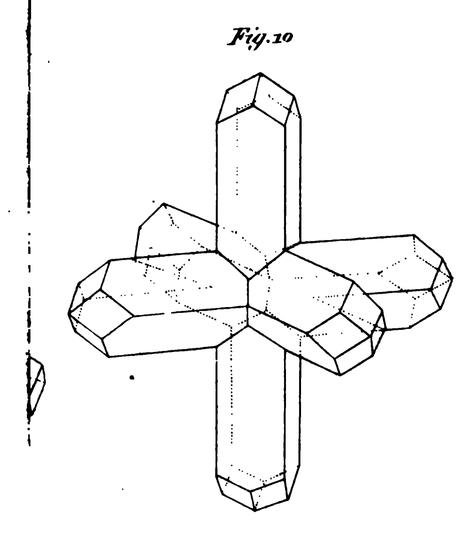
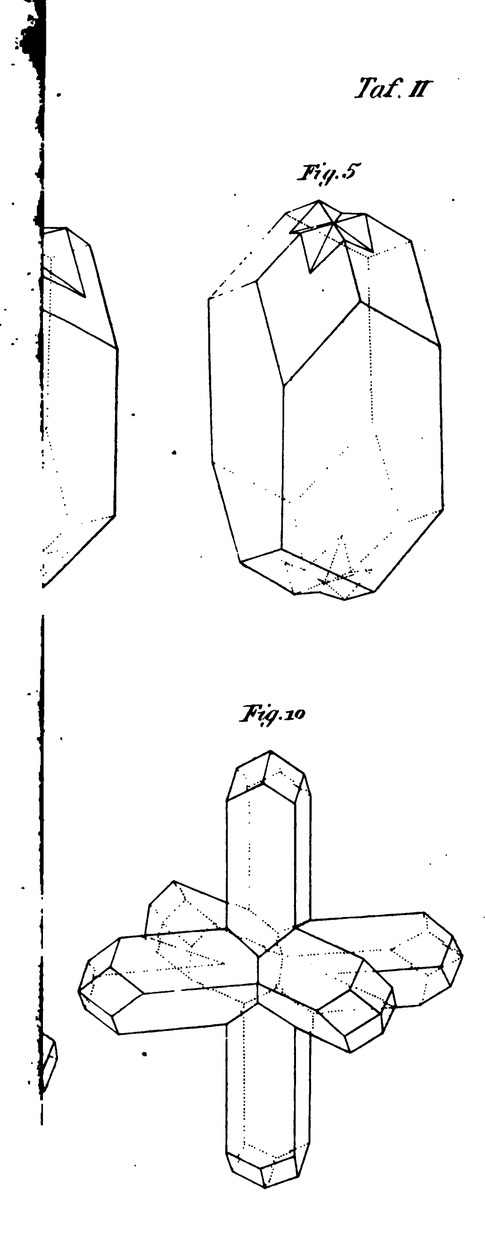


Fig. 10



Taf. II



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1824, VIERTES STÜCK.

I.

Versuch einer Erklärung des innern Baues der festen Körper;

vom

Dr. Seeber, Prof. d. Physik zu Freiburg im Breisgau.

(Fortsetzung.)

Um dieses zu zeigen, ist es nothwendig, die Abstände zu kennen, worin sich die Mittelpunkte der kugelförmigen Atome bei der genannten Stellungsart befinden *). Substituirt man sie so anstatt Haüys parallel-

*) Die Bestimmung dieser Abstände kann auf eine elegantere Art als die folgende ist, dadurch geschehen, dass man durch den Mittelpunkt eines der parallelepipedischen Molecule drei coordinirte Ebenen legt, deren jede mit einer der drei, an der nämlichen Ecke zusammenkommenden Seitenflächen dieses Molecules parallel ist, die Lage des Mittelpunkts eines jeden der übrigen Molecule durch drei, parallel mit den Durchschnittslinien dieser Ebenen an sie gezogene Coordinaten bestimmt, und die Abstände derselben aus den Coordinaten der Mittelpunkte der verschiedenen Molecule. Da aber diese Art die respective Lage der Punkte im Raum durch drei Coordinaten auszudrücken, nicht allgemein bekannt ist, so ist hier,

epipedischer Molecule, daſs ihre Mittelpunkte mit den Mittelpunkten von dieſen zuſammenfallen, ſo ſind jene Abſtände den Abſtänden der Mittelpunkte der Molecule gleich, und man hat, um ſie zu erhalten, nur dieſe letztern Abſtände zu beſtimmen nothwendig. Es ſey zu dieſem Endzweck $OFAGEHI$, Fig. 8, ein Syſtem der parallelepipediſchen Molecule. Es ſeyen darin die Kanten Of, ff', $f'f''$, $f''f'''$, $f'''f^{iv}$, etc. Og, gg', $g'g''$, $g''g'''$, etc., Oh, hh', $h'h''$, $h''h'''$, etc. ſämmtlich halbirt, durch die Theilungspunkte a, a', a'', a''', etc., die mit $EGOH$ parallelen Ebenen lal, $l'a'l'$, $l''a''l''$, $l'''a'''l'''$, etc. gelegt, durch die Theilungspunkte b, b', b'', b''', etc., die mit $IFOH$ parallelen Ebenen mbm, $m'b'm'$, $m''b''m''$, $m'''b'''m'''$, etc. und durch die Theilungspunkte c, c', c'', c''', etc. die mit $AGOF$ parallelen Ebenen ncn, $n'c'n'$, $n''c''n''$, $n'''c'''n'''$, etc. Dieſe Ebenen halbiren auch die Kanten der im Innern liegenden Molecule und gehen durch deren Mittelpunkte, ſo daſs ein jeder derſelben der gemeinſchaftliche Durchſchnittspunkt von drei ſolcher Ebenen iſt, wovon jede einer andern der drei Reihen lal, $l'a'l'$, $l''a''l$, etc., mbm, $m'b'm'$, $m''b''m''$, etc., ncn, $n'c'n'$, $n''c''n''$, etc. angehört *). Der Abſtand der Mittelpunkte M und M' (Fig. 9.) von irgend zwei Mole-

der allgemeinern Verſtändlichkeit wegen, eine andere Methode gewählt.

*) Durch die genannten Ebenen wird der ganze Raum des Syſtems in kleine Parallelepipede getheilt, die ſowohl einander ſelbſt, als den parallelepipediſchen Moleculen gleich ſind, und wovon die Mittelpunkte der anſtatt der parallelepipediſchen Molecule ſubſtituirten, ſphäriſchen Atome die Ecken bilden. Wir werden dieſe Parallelepipede, von deren Werthen der Kanten und Winkel die Möglichkeit des ſtabilen Gleichgewichtes des

nlen ist daher die Diagonale MM' des Parallelepipe-
es $Mpr'q'p'rq'M'$, das durch sechs jener Ebenen,
ämlich von den Ebenen $l^{v}a^{v}l^{v}$, $m^{xv}b^{xv}m^{xv}$, $n^{xx}c^{xx}n^{xx}$,
$l^{xx}a^{xx}l^{xx}$, $m''b''m''$, $n^{v}c^{v}n^{v}$, gebildet wird, wovon
ie drei ersten durch den einen, die drei letzten
urch den andern Mittelpunkt gehen. Von diesem
'arallelepiped sind die Kanten Mp und $M'p'$ dem Ab-
and der Punkte a^{v} und a^{xx}, die Kanten Mq und
$M'q'$ dem Abstand der Punkte b^{xv} und b'', die Kan-
en Mr und $M'r'$ dem Abstand der Punkte c^{xx} und c^{v}
leich. Da nun die Punkte a, a', a'', a''', etc. b, b', b'',
b''', b^{iv}, etc. c, c', c'', c''', etc. sämmtlich in der Mitte
er Kanten $Of, ff', f'f'', f''f'''$, etc. $Og, gg', g'g'', g''g'''$,
tc. $Oh, hh', h'h'', h''h'''$, etc., liegen, so sind die Ab-
ände $aa', a'a'', a''a''', a'''a^{iv}$, etc. sämmtlich der Kante
Of des parallelepiped. Moleculs, Fig. 8, die Abstände
$bb', b'b'', b''b''', b'''b^{iv}$, etc. sämmtlich der Kante Og, und
ie Abstände $cc', c'c'', c''c''', c'''c^{iv}$, etc. sämmtlich der
Kante Oh desselben gleich. Es ist daher der Abstand von
rgend zweien der Punkte a, a', a'', a''', a^{iv}, etc. ein gan-
es Vielfaches von Of der Abstand von zweien der Punkte
, b', b'', b''', etc. ein ganzes Vielfaches von Og, und der
bstand von zweien der Punkte c, c', c'', c''', c^{iv}, etc. ein
anzes Vielfaches von Oh, mithin auch eine jede Kante
es Parallelepipedes $Mpr'qp'rq'M'$ ein ganzes Vielfa-
hes der mit ihr parallelen Kante der parallelep. Molecu-
, und es kann, wenn man die Längen der drei verschie-
enen Kanten derselben Of, Og, Oh durch α, β, γ und
urch l, m, n drei ganze Zahlen bezeichnet, die Kante

durch die Substitution entstandenen Systems der sphärischen Atome abhängig ist, in der Folge die **Elementar-Parallelepipede** des Systems nennen.

Mp und $p'M'$ durch $l\alpha$, die Kante Mq und $q'M'$ durch $m\beta$, und die Kante Mr und $r'M'$ durch $n\gamma$ ausgedrückt werden. Aus diesen Kanten und aus den, durch sie gebildeten Winkeln qMr, rMp, pMq, welche letztere den durch die Kanten der Molecule gebildeten Winkeln heg, Ohi, agO respective gleich sind, und die wir durch A, B, Γ bezeichnen wollen, ergiebt sich nun die Diagonale MM', Fig. 9., auf die folgende Art.

Man denke sich durch die Punkte q und r' zwei auf diese Diagonale senkrechte, sie in ss' schneidende Ebenen gelegt, und auf die erste davon von r' aus die senkrechte Linie $r't$ gezogen, so ist diese mit der Diagonale parallel und dem Stück ss' derselben an Größe gleich. Bezeichnet man nun die Diagonale durch s, ihre Stücke ss', Ms, $s'M'$ respective durch d, d', d'', und die Winkel $M'Mp$, $M'Mq$, $M'Mr$ durch ξ, η, ζ, so hat man, da $tr' = ss' = d$, der Winkel $qr't = M'Mp = \xi$, und der Winkel $MM'r' = M'Mr = \zeta$ ist, in den bei t, s, s' rechtwinklichten Dreiecken $r'tq$, Msq, $M's'r'$, für den trigonometrischen Halbmesser 1

$$1 : l\alpha = \cos\xi : d$$
$$1 : m\beta = \cos\eta : d'$$
$$1 : n\gamma = \cos\zeta : d''$$

mithin

$$d = l\alpha \cos\xi$$
$$d' = m\beta \cos\eta$$
$$d'' = n\gamma \cos\zeta$$

und wegen

$$s = d + d' + d'',$$
$$s = m\alpha \cos\xi + m\beta \cos\eta + n\gamma \cos\zeta$$

Bezeichnet man ferner die Diagonalen $M'p, M'q, M'r$ respective durch λ, μ, ν, so erhält man aus den Dreiecken $M'Mp$, $M'Mq$, $M'Mr$

$$\lambda^2 = s^2 + l^2\alpha^2 - 2sl\alpha \cos \xi \,,$$
$$\mu^2 = s^2 + m^2\beta^2 - 2sm\beta \cos \eta \,;$$
$$\nu^2 - s^2 + n^2\gamma^2 - 2sn\gamma \cos \zeta \,,$$

und da der Winkel $M'r'p = p'qM = 180° - A$, der Winkel $M'p'q = 180° - B$, und der Winkel $M'q'r = 180° - \Gamma$ ist, aus den Dreiecken $M'r'p, M'p'q, M'q'r$

$$\lambda^2 = m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2\,mn\beta\gamma \cos A$$
$$\mu^2 = n^2\gamma^2 + l^2\alpha^2 + 2nl\gamma\alpha \cos B$$
$$\nu^2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + 2\,lm\alpha\beta \cos \Gamma$$

Setzt man diese Werthe von λ^2, μ^2, ν^2 den vorigen gleich, so ergiebt sich

$$s^2 - 2sl\alpha \cos\xi + l^2\alpha^2 = m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2\,mn\beta\gamma \cos A$$
$$s^2 - 2\,sm\beta \cos\eta + m^2\beta^2 = n^2\gamma^2 + l^2\alpha^2 + 2\,nl\gamma\alpha \cos B$$
$$s^2 - 2\,sn\gamma \cos\zeta + n^2\gamma^2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + 2\,lm\beta\gamma \cos \Gamma$$

Ferner durch Addition dieser drei Gleichungen

$$3s^2 - 2s(l\alpha\cos\xi + m\beta\cos\eta + n\gamma\cos\xi) = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A$$
$$+ 2nl\gamma\alpha \cos B + 2lm\alpha\beta \cos \Gamma$$

mithin weil

$$s = l\alpha \cos \xi + m\beta \cos \eta + n\gamma \cos \zeta$$

ist,

$$s^2 = l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2ln\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma$$

und

$$s = \sqrt{(l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos\Gamma)}$$

Durch diese Formel wird der Abstand der Mittelpunkte von irgend zweien der parallelepipedischen Molecule ausgedrückt, und mithin auch der Abstand der Mittelpunkte von irgend zweien der statt ihrer substituirten sphärischen Atome. Um die verschiedenen Werthe dieser letztern Abstände zu erhalten, hat man daher nur anstatt l, m, n successiv alle positiven und negativen ganzen Zahlen darein zu substituiren. Es ergeben sich hierdurch die folgenden Werthe

α
β
γ
$\sqrt{(\beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma \cos A)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \gamma^2 - 2\gamma\alpha \cos B)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 - 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\beta^2 + \gamma^2 + 2\beta\gamma \cos A)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \gamma^2 + 2\gamma\alpha \cos B)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + 2\beta\gamma \cos A - 2\gamma\alpha \cos B - 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma \cos A + 2\gamma\alpha \cos B - 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - 2\beta\gamma \cos A - 2\gamma\alpha \cos B + 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + 2\beta\gamma \cos A + 2\gamma\alpha \cos B + 2\alpha\beta \cos \Gamma)}$
2α
2β
2γ
$\sqrt{(4\beta^2 + \gamma^2 - 4\beta\gamma \cos A)}$
$\sqrt{(\beta^2 + 4\gamma^2 - 4\beta\gamma \cos A)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + 4\gamma^2 - 4\gamma\alpha \cos B)}$
$\sqrt{(4\alpha^2 + \gamma^2 - 4\gamma\alpha \cos B)}$
$\sqrt{(4\alpha^2 + \beta^2 - 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + 4\beta^2 - 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(4\beta^2 + \gamma^2 + 4\beta\gamma \cos A)}$
$\sqrt{(\beta^2 + 4\gamma^2 + 4\beta\gamma \cos A)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + 4\gamma^2 + 4\gamma\alpha \cos B)}$
$\sqrt{(4\alpha^2 + \gamma^2 + 4\gamma\alpha \cos B)}$
$\sqrt{(4\alpha^2 + \beta^2 + 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$
$\sqrt{(\alpha^2 + 4\beta^2 + 4\alpha\beta \cos \Gamma)}$
etc.

Ist nun die wechselseitige Wirkung, welche Atome auf einander ausüben, blos eine Funktio Abstandes ihrer Mittelpunkte, so müssen die W dieses Abstandes, wobei sie null wird, eine na nem gewissen Gesetze regelmäsig fortschreitend he bilden. Soll daher jene Wirkung in jeden stande null seyn, worin sich bei der angenom

Stellungsart der Atome die Mittelpunkte von irgend zweien derſelben befinden, ſo müſſen auch dieſe Abſtände ſämmtlich Glieder einer ſolchen Reihe ſeyn. Dieſes hat, wie die obige Tabelle zeigt, nicht bei allen beliebigen Werthen der Kanten α, β, γ und Winkel A, B, Γ des Elementarparallelepipedes des Syſtems Statt, aber doch bei gewiſſen ſpeciellen, als z. B. in dem ſehr einfachen Fall, wenn die Kanten ſämmtlich gleich, die Winkel ſämmtlich rechte ſind. Denn bezeichnet man alsdann die Länge der Kanten durch v, ſo verwandelt ſich, wegen $\cos A = o$, $\cos B = o$, $\cos \Gamma = o$, der allgemeine Ausdruck für die Abſtände der Mittelpunkte der Atome in

$$v . \sqrt{(l^2 + m^2 + n^2)} ,$$

und ein jeder dieſer Abſtände iſt ein Glied der Reihe

$$v\sqrt{1},\ v\sqrt{2},\ v\sqrt{3},\ v\sqrt{4},\ v\sqrt{5},\ v\sqrt{6}, \text{ etc.}$$

Wird daher die Wirkung der Atome durch eine Funktion des Abſtandes ihrer Mittelpunkte ausgedrückt, welche die Eigenſchaft hat, für einen jeden in dieſer Reihe enthaltenen Werth dieſes Abſtandes null zu werden, ſo geſchieht dieſes in jedem Abſtande von zweien Atomen des Syſtems, und das Syſtem iſt ein Gleichgewicht. Hat die Funktion zugleich die Eigenſchaft, daſs, eine *abſtoſsende* Kraft als *poſitiv*, eine *anziehende* als *negativ* betrachtet, ein jeder der erwähnten Durchgänge ihres Werthes durch null aus *poſitiv* in *negativ* geſchieht, ſo geht dabei die Wirkung der Atome beſtändig aus einer abſtoſsenden in eine anziehende über, und das Gleichgewicht derſelben iſt ein *ſtabiles*.

Zu den Funktionen, welche dieſe Eigenſchaften beſitzen, gehört z. B. wenn s den Abſtand der Mittel-

punkte zweier Atome, und π die Peripherie eines Kreifes vom Durchmeffer 1 bezeichnet, die Funktion

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

Denn der Sinus eines Bogens ift vom Bogen 0 bis zum Bogen π, oder von 0° bis 180° pofitiv, geht bei diefem Werth in negativ über, bleibt negativ bis zum Bogen 2π oder 360°, wo er wieder durch null in pofitiv übergeht; von hier an bleibt er pofitiv bis zum Bogen 3π oder 540°, geht dort in negativ über, bleibt negativ bis zum Bogen 4π oder 720°, geht hier zum zweitenmal in pofitiv über und fo abwechfelnd bei jedem ungeraden Vielfachen von π oder 180° aus pofitiv in negativ, bei jedem geraden aus negativ in pofitiv. Dadurch, dafs man dem Sinus das Minus-Zeichen vorfetzt, wird fein Werth der entgegengefetzte des vorigen, und geht daher nun bei jedem ungeraden Vielfachen von π aus negativ durch null in pofitiv, bei jedem geraden aus pofitiv durch null in negativ über. Die in der obigen Reihe enthaltenen Abftände find fämmtlich Produkte von v in Quadratwurzeln ganzer Zahlen; für jeden derfelben wird daher der Bogen $\frac{2\pi s^2}{v^2}$ ein gerades Vielfaches von π, und der Werth der Funktion

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

geht dabei aus pofitiv in negativ über, wie es für das ftabile Gleichgewicht der Atome nothwendig ift. Als der wahre Ausdruck für die wechfelfeitige Wirkung der Atome fefter Körper kann aber deffen ungeachtet diefe Funktion nicht betrachtet werden. Denn der Sinus wächft vom Bogen 0 bis zum Bogen $\frac{\pi}{2}$ oder 90°,

erreicht hier mit dem Werth +1, ſein poſitives Maximum, nimmt dann bei der weitern Zunahme des Bogens ab, geht bei π oder 180° in negativ über, und erreicht bei $\frac{3\pi}{2}$ oder 270° ſeinen gröſsten negativen Werth, —1; von hier an nähert er ſich null wieder, geht bei 2π in poſitiv über, erreicht bei $\frac{5\pi}{2}$ ſeinen gröſsten poſitiven, bei $\frac{7\pi}{2}$ ſeinen gröſsten negativen Werth zum zweitenmal, und ſo, wenn k eine ganze Zahl bezeichnet, abwechſelnd bei einem jeden unter der Form $\frac{(4k+1)\pi}{2}$ enthaltenen Bogen ſeinen gröſsten poſitiven Werth, +1, bei einem jeden unter der Form $\frac{(4k+3)\pi}{2}$ enthaltenen ſeinen gröſsten negativen, —1. Es kehren daher bei dem Ausdruck

$$\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

und ebenſo auch bei dem Ausdruck

$$-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

deſſen Werth beſtändig der entgegengeſetzte von dem des erſtern iſt, die in den geringſten Abſtänden Statt habenden gröſsten poſitiven und negativen Werthe, auch in den gröſsten wieder. Würde daher die wechſelſeitige Wirkung der Atome feſter Körper durch die Funktion $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ausgedrückt, ſo müſsten die Maxima ihrer Anziehung und Abſtoſsung in den gröſsten Abſtänden die nämlichen ſeyn, wie in den geringſten. Hiervon aber lehrt die Erfahrung das Gegentheil. Denn iſt einmal der Zuſammenhang der Theile der feſten Körper überwunden, und die Theile

nur bis zum geringſten wahrnehmbaren Abſtande von einander entfernt, ſo äuſsern ſie nicht die geringſte merkliche Anziehung oder Abſtoſsung mehr auf einander, und die Intenſität ihrer wechſelſeitigen Wirkung muſs daher ebenſo, wie die der anziehenden und abſtoſsenden Kräfte, woraus die Haarröhrchen-Erſcheinungen, die Brechung und die Zurükwerfung der Lichtſtrahlen erklärt werden *), mit zunehmender Entfernung ſo rapid abnehmen, daſs ſie ſchon in jedem wahrnehmbaren Abſtande in Vergleichung mit der, bei der Berührung Statt habenden Intenſität verſchwindet. Daſs die obige Funktion auch dieſer Eigenſchaft der wechſelſeitigen Wirkung der Theile der feſten Körper Genüge leiſtet, kann indeſſen auf eine ſehr einfache Art dadurch bewirkt werden, daſs man ſie durch den Faktor e^{-fs^2} multiplicirt **), worin

*) Siehe Laplace, Mécanique céleste, tom. 4. pag. 233, supplément au 10me livre, pag. 1, 2. Biot, Traité de physique expériment. et mathémat. tom. 1, pag. 438, 439, tom. 3, pag. 257, 192. Deſſen Précis élémentaire de physique 1re édit. tom. 1, pag. 294, tom. 2, pag. 148, 103.

**) Da

$$\sin\varphi = \frac{e^{\varphi\sqrt{-1}} - e^{-\varphi\sqrt{-1}}}{2}$$

iſt, ſo kann der hierdurch entſtehende neue Ausdruck für die wechſelſeitige Wirkung der Atome

$$-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$$

in die einfache Form

$$\left\{\frac{e^{\left(-f+\frac{2\pi\sqrt{-1}}{v^2}\right)s^2} - e^{\left(-f-\frac{2\pi}{v^2}\sqrt{-1}\right)s^2}}{2}\right\}\sqrt{-1}$$

gebracht werden.

e die Basis das natürlichen Logarithmen-Systems und f eine sehr grosse positive Zahl bedeutet. Da dieser Faktor für jeden (nicht imaginären) Werth des Abstandes positiv ist, so sind die Werthe des hierdurch entstehenden neuen Ausdruckes $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ noch bei den nämlichen Werthen des Abstandes positiv, null und negativ, wie die des vorigen, und er entspricht mithin den Bedingungen des *stabilen Gleichgewichtes* der Atome ebenso wie dieser. Um ihm die Eigenschaft zu geben, dass seine grössten positiven und grössten negativen Werthe schon bei einem sehr geringen Abstande in Vergleichung mit denjenigen als verschwindend betrachtet werden können, welche in einem noch sehr vielmal geringern, von null äusserst wenig verschiedenen Abstande Statt haben, hat man nur f hinlänglich gross, v hinlänglich gering zu nehmen. Denn hierdurch kann für jeden von null verschiedenen Werth von s der Werth von e^{fs^2} beliebig gross, mithin der Werth des Faktors e^{-fs^2}, und, weil der absolute Werth des Faktors $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ die Einheit nie übersteigt, zugleich auch der absolute Werth des neuen Ausdrucks beliebig klein gemacht werden. Für den Abstand null hingegen ist der Werth des Faktors e^{-fs^2} der Einheit gleich, für einen nur äusserst wenig von null verschiedenen Abstand nur wenig geringer; der absolute Werth des Faktors $-\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ist für jeden in der Reihe

$$\frac{v\sqrt{1}}{2},\ \frac{v\sqrt{3}}{2},\ \frac{v\sqrt{5}}{2},\ \frac{v\sqrt{7}}{2},\ \frac{v\sqrt{9}}{2},\ \text{etc.}$$

enthaltenen Abstand 1; giebt man daher durch eine

ſchickliche Wahl von v den erſten Gliedern dieſer Reihe Werthe, die nur äuſserſt wenig von null verſchieden ſind, ſo werden die ihnen correſpondirenden gröſsten poſitiven und gröſsten negativen Werthe des Ausdrucks $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ nur wenig von 1 verſchieden ſeyn, während die, in einem noch ſehr geringen Abſtande Statt habenden ſchon ſo klein ſind, daſs ſie in Vergleichung mit 1 als verſchwindend betrachtet werden können.

Setzt man z. B. $f = 1000000000000000$ und $v = 0{,}000000001$, ſo ſind die bei den Abſtänden

$$\frac{v\sqrt{1}}{2},\ \frac{v\sqrt{3}}{2},\ \frac{v\sqrt{5}}{2},\ \frac{v\sqrt{7}}{2},\ \text{etc.}$$

Statt habenden gröſsten poſitiven und negativen Werthe des Ausdrucks $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$

$$-0{,}999975,\ +0{,}999925,\ -0{,}999875,\ +0{,}999825,\ \text{etc.};$$

diejenigen hingegen, die den Abſtänden

$$\frac{v\sqrt{4000001}}{2} \quad \text{und} \quad \frac{v\sqrt{4000003}}{2}$$

oder

$$0{,}000001 \quad \text{und} \quad 0{,}000001$$

zukommen, nur noch

$$-0{,}00000.00000.00000.00000.00000.00000.00000.00000.00037.1998$$

und

$$+0{,}00000.00000.00000.00000.00000.00000.00000.00000.00037.1980$$

Das durch die Funktion $-e^{-fs^2}\sin\left(\frac{2\pi s^2}{v^2}\right)$ ausgedrückte Geſetz für die wechſelſeitige Wirkung der Atome feſter Körper entſpricht alſo der äuſserſt rapiden Abnahme der Intenſität dieſer Wirkung, und wenn man bei den Atomen die Stellungs-Art voraus-

ſetzt, die ſie durch eine Subſtitution anſtatt Haüy's cubiſcher molécules intégrantes oder molécules soustractives erhalten, zugleich auch den Bedingungen ihres ſtabilen Gleichgewichtes. Aus dieſem Geſetze erklärt ſich mithin der Bau aller Kryſtalle, deren Formen nach Haüys Art aus cubiſchen Moleculen abgeleitet werden können. Nun giebt es aber auſser dem Fall, wenn die Kanten des Elementar-Parallelepipedes einander gleich und ſeine Winkel ſämmtlich rechte ſind, eine unendliche Menge anderer Fälle, wobei die Abſtände der Atome eines parallelepipediſchen Syſtems ſämmtlich Producte von v in Quadrat-Wurzeln ganzer Zahlen ſind. Denn damit dieſes Statt hat, iſt blos nothwendig, daſs für alle anſtatt l, m, n geſetzten ganzen Zahlen der allgemeine Ausdruck für die Quadrate dieſer Abſtände

$$l^2\alpha^2 + m^2\beta^2 + n^2\gamma^2 + 2mn\beta\gamma\cos A + 2nl\gamma\alpha\cos B + 2lm\alpha\beta\cos \Gamma$$

ein ganzes Vielfaches von v^2, und mithin die Gröſse

$$\frac{l^2\alpha^2}{v^2} + \frac{m^2\beta^2}{v^2} + \frac{n^2\gamma^2}{v^2} + \frac{2mn\beta\gamma\cos A}{o^2} + \frac{2nl\gamma\alpha\cos B}{2} + \frac{2lm\alpha\beta\cos \Gamma}{v^2}$$

eine ganze Zahl iſt. Das Letztere aber geſchieht, wenn jedes einzelne Glied dieſer Gröſse eine ganze Zahl iſt, und mithin, wenn jede der Gröſsen

$$\frac{\alpha^2}{v^2}, \quad \frac{2\beta\gamma\cos A}{v^2},$$
$$\frac{\beta^2}{v^2}, \quad \frac{2\gamma\alpha\cos B}{v^2},$$
$$\frac{\gamma^2}{v^2}, \quad \frac{2\alpha\beta\cos \Gamma}{v^2},$$

eine ganze Zahl iſt. Setzt man dieſe letztern ſechs Gröſsen reſpective den ganzen Zahlen a, b, c, a', b', c' gleich, ſo ergeben ſich aus den hierdurch entſtehenden Gleichungen

$$\frac{\alpha^2}{v^2} = a \qquad \frac{2\beta\gamma\cos A}{v^2} = a'$$

$$\frac{\beta^2}{v^2} = b \qquad \frac{2\gamma\alpha\cos B}{v^2} = b'$$

$$\frac{\gamma^2}{v^2} = c \qquad \frac{2\alpha\beta\cos \Gamma}{v^2} = c'$$

für α, β, γ, $\cos A$, $\cos B$, $\cos \Gamma$ die Werthe

$$\alpha = v\sqrt{a} \quad , \qquad \cos A = \frac{a'}{2\sqrt{bc}} \quad ,$$

$$\beta = v\sqrt{b} \quad , \qquad \cos B = \frac{b'}{2\sqrt{ca}} \quad ,$$

$$\gamma = v\sqrt{c} \quad , \qquad \cos \Gamma = \frac{c'}{2\sqrt{ab}} \quad ,$$

welche der Natur dieser Gröſsen entſprechen, wenn die Zahlen a, b, c poſitiv ſind, die Werthe von $\cos A$, $\cos B$, $\cos \Gamma$ zwiſchen den Gränzen -1 und $+1$ enthalten, und zugleich ſo beſchaffen, daſs die Summe der zugehörigen Winkel kleiner als 360° iſt. Um aber für a, b, c, a', b', c' dieſen Bedingungen genügende Zahlen zu erhalten, kann man für die drei erſten davon drei beliebige poſitive annehmen, deren Quadrate reſpective kleiner ſind, als die Producte $4bc$, $4ca$, $4ab$. Es iſt alsdann, wegen

$$a'^2 < 4bc \quad , \quad b'^2 < 4ca \quad , \quad c'^2 < 4ab \quad ,$$

auch

$$\frac{a'^2}{4bc} < 1 \quad , \quad \frac{b'^2}{4ca} < 1 \quad , \quad \frac{c'^2}{4ab} < 1 \quad ,$$

und mithin jede der Gröſsen

$$\frac{a'}{2\sqrt{bc}} \quad , \quad \frac{b'}{2\sqrt{ca}} \quad , \quad \frac{c'}{2\sqrt{ab}}$$

zwiſchen den Gränzen -1 und $+1$ eingeſchloſſen. Da nun keiner der Winkel A, B, Γ gröſser als 180° ſeyn kann, ſo müſſen dafür die zwiſchen 0° und 180°

liegenden, den obigen Werthen von cos A, cos B, cos Γ zugehörigen Winkel genommen werden. Hat man daher für keine, oder nur für eine einzige der Zahlen a', b', c' eine negative genommen, ſo iſt entweder jeder, oder wenigſtens zwei dieſer Coſinus poſitiv, mithin entweder jeder der Winkel A, B, Γ kleiner als 90°, oder zwei davon kleiner als 90°, der dritte kleiner als 180°, und ihre Summe immer kleiner als 360°. Hat man für mehr als eine der Zahlen a', b', c' eine negative genommen, ſo iſt auch mehr als einer der Winkel A, B, Γ gröſser als 90°, und ihre Summe kann 360° überſteigen. Dieſer Fehler aber kann immer dadurch verbeſſert werden, daſs man anſtatt einer oder anſtatt mehrerer der negativen Zahlen kleinere nimmt; hierdurch werden die negativen Coſinus näher an null, und mithin die zugehörigen Winkel näan 90° gebracht.

Es läſst ſich alſo eine unendliche Menge verſchiedener ganzer Zahlen finden, die anſtatt $a, b, c, a', b', c,$ in die Gleichungen

$$\alpha = v\sqrt{a} \qquad \cos A = \frac{a'}{2\sqrt{bc}}$$

$$\beta = v\sqrt{b} \qquad \cos B = \frac{b'}{2\sqrt{ca}}$$

$$\gamma = v\sqrt{c} \qquad \cos \Gamma = \frac{c'}{2\sqrt{ab}}$$

geſetzt, den Bedingungen Genüge leiſten, welche durch die Natur der Gröſsen α, β, γ cos A, cos B, cos Γ gefordert werden. Es giebt mithin eine unendliche Menge verſchiedener Werthe dieſer Gröſsen, wobei die Quadrate der Abſtände der Atome eines parallelepipediſchen Syſtems ſämmtlich ganze Vielfache von v^2 ſind, und daher die Atome vermöge des ange-

gebenen Gesetzes ihrer wechselseitigen Wirkung im stabilen Gleichgewicht. Verschiedene Werthe von a, b, c, a', b', c' geben verschiedene Werthe von α, β, γ, $\cos A$, $\cos B$, $\cos \Gamma$ *) mithin für die, aus dem parallelepipedischen System sich ergebenden Krystallformen verschiedene Winkel, und es erklärt sich aus jenem Gesetz der Bau einer unendlichen Menge Krystalle von verschiedenen, nicht auf einander zurückführbaren Formen. Es erklärt sich daraus der Bau eines jeden Krystalls, dessen Form sich aus einem parallelepipedischen System ableiten läſst, wobei die Gröſsen $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos \Gamma$ ganze Vielfache der nämlichen Gröſse sind. Nimmt man aber die vervielfachenden Zahlen hinlänglich groſs, so lassen sich für alle Werthe jener Gröſsen ganze Vielfache einer andern Gröſse angeben, die ihnen zwar nicht immer genau gleich, aber doch bis auf jeden beliebig geringen Unterschied nahe kommen. Denn durch eine Entwicklung dieser Werthe in continuirliche Brüche lassen sich Brüche ganzer Zahlen erhalten, die ihnen so nahe kommen, als man nur immer will. Sind die auf diese Art für die erwähnten sechs Gröſsen gefundenen Brüche, auf den kleinsten gemeinschaftlichen Nenner gebracht,

*) Nur in dem Fall, wenn bei zwei verschiedenen Reihen zusammen gehöriger Werthe von a, b, c, a', b', c' der Werth einer jeden dieser Zahlen in der einen Reihe das nämliche Vielfache ihres Werthes in der andern ist, geben beide Reihen gleiche Verhältnisse von α, β, γ, und gleiche Werthe von $\cos A$, $\cos B$, $\cos \Gamma$, und die aus den zugehörigen Systemen abgeleiteten Krystallformen haben gleiche Winkel.

$\frac{f}{k}$, $\frac{g}{k}$, $\frac{h}{k}$, $\frac{f'}{k}$, $\frac{g'}{k}$, $\frac{h'}{k}$,

w eine ganze Zahl, und man ſetzt

$$v^2 = \frac{1}{kw},$$

ſo wird

$$fwv^2 = \frac{f}{k}, \qquad f'wv^2 = \frac{f'}{k},$$

$$gwv^2 = \frac{g}{k}, \qquad g'wv^2 = \frac{g'}{k},$$

$$hwv^2 = \frac{h}{k}, \qquad h'wv^2 = \frac{h'}{k},$$

und fwv^2, gwv^2, hwv^2, $f'wv^2$, $g'wv^2$, $h'wv^2$ ſind ſechs ganze Vielfache von v^2, die, weil ſie reſpective den Brüchen $\frac{f}{k}$, $\frac{g}{k}$, $\frac{h}{k}$, $\frac{f'}{k}$, $\frac{g'}{k}$, $\frac{h'}{k}$ gleich ſind, den gegebenen Werthen von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos \Gamma$ bis zum verlangten geringen Unterſchied nahe kommen. Die aus den Meſſungen der Winkel der Kryſtalle folgenden Werthe dieſer Gröſsen werden ſich daher immer bis zu innerhalb der Gränze der wahrſcheinlichen Beobachtungsfehler liegenden Unterſchiede genau durch ganze Vielfache der nämlichen Gröſse darſtellen laſſen, und es wird mithin daraus nie die Unrichtigkeit der hier über den innern Bau der Kryſtalle aufgeſtellten Hypotheſe gefolgert werden können. Umgekehrt aber kann man als einen Beweis für die Richtigkeit dieſer Hypotheſe anſehen, daſs die, von Haüy aus ſeinen Meſſungen der Winkel der Kryſtalle abgeleiteten Werthe von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2, 2\beta\gamma \cos A, 2\gamma\alpha \cos B, 2\alpha\beta \cos \Gamma$, blos mit Ausnahme der, für den Gyps, für den Borax und für den Feld-

ſpath angegebenen, ſämmtlich in kleinen Zahlen genau als ganze Vielfache der nämlichen Gröſse dargeſtellt werden können. Es zeigt dieſes die folgende Tabelle, welche in der erſten Columne die Namen derjenigen von Haüy unterſuchten mineraliſchen Subſtanzen, deren Kryſtalle eine hinlänglich genaue Meſſung der Winkel verſtatten, nach ſeiner und nach Werners Nomenclatur enthält; in den ſechs folgenden, die von ihm für die parallelepipediſchen molécules intégrantes oder molécules soustractives dieſer Subſtanzen, aus ſeinen Winkelmeſſungen abgeleiteten Verhältniſſe der Kanten α, β, γ, und die Werthe der Coſinus der durch die Kanten gebildeten Winkel A, B, Γ; in den ſechs letzten, die ſich hieraus ergebenden Werthe von $\alpha^2, \beta^2, \gamma^2$, $2\beta\gamma \cos A$, $2\gamma\alpha \cos B$, $2\alpha\beta \cos \Gamma$, für jede anſtatt w geſetzte ganze Zahl als ganze Vielfache der Gröſse v^2 dargeſtellt.

	Verhältnisse der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos\Gamma$
Chaux carbonatée (Kalkspath W.)	1	1	1	$-\frac{1}{5}$	$-\frac{1}{5}$	$-\frac{1}{5}$	$5wv^2$	$5wv^2$	$5wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$
Arragonite (Arragonit W.)	$\sqrt{87}$	$\sqrt{87}$	$\sqrt{92}$	$\sqrt{\frac{23}{87}}$	$\sqrt{\frac{23}{87}}$	$\frac{51}{87}$	$87wv^2$	$87wv^2$	$92wv^2$	$92wv^2$	$92wv^2$	$102wv^2$
Chaux phosphatée (Apatit W.)	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	1	0	0	$\frac{1}{2}$	$2wv^2$	$2wv^2$	wv^2	0	0	$2wv^2$
Chaux fluatée (Flußspath W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Chaux sulfatée (Gyps W.) *)												
Baryte sulfatée (Schwerspath W.)	$\sqrt{20}$	$\sqrt{20}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{1}{5}$	$20wv^2$	$20wv^2$	$21wv^2$	0	0	$8wv^2$
Strontiane sulfatée (Cölestin W.)	$\sqrt{129}$	$\sqrt{129}$	$\sqrt{128}$	0	0	$\frac{11}{43}$	$129wv^2$	$129wv^2$	$128wv^2$	0	0	$66wv^2$
Magnésie boratée (Boracit W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Magnésie sulfatée (Bittersalz W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	0	0	0	$3wv^2$	$3wv^2$	$2wv^2$	0	0	0
Chaux boratée siliceuse (Datholit W.)	3	3	$\sqrt{40}$	0	0	$\frac{1}{3}$	$9wv^2$	$9wv^2$	$40wv^2$	0	0	$6wv^2$
Potasse nitratée (Salpeter W.)	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{128}$	$\sqrt{\frac{32}{173}}$	$\sqrt{\frac{32}{173}}$	$\frac{83}{173}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$128wv^2$	$128wv^2$	$128wv^2$	$166wv^2$
oder	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{180}$	$\sqrt{\frac{45}{173}}$	$\sqrt{\frac{45}{173}}$	$\frac{109}{173}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$180wv^2$	$180wv^2$	$180wv^2$	$218wv^2$
Potasse sulfatée	1	1	1	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{25}$	$25wv^2$	$25wv^2$	$25wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$
Soude muriatée (Steinsalz W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Soude boratée (Borax W.)	$\sqrt{270}$	$\sqrt{312}$	$\sqrt{91}$	$\frac{1}{\sqrt{13}}$	0	0	$270wv^2$	$312wv^2$	$91wv^2$	$4\sqrt{456}$	0	0
Soude carbonatée (Mineralkali W.)	$\sqrt{14}$	$\sqrt{12}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{\frac{3}{80}}$	$\sqrt{\frac{7}{40}}$	$\sqrt{\frac{21}{32}}$	$14wv^2$	$12wv^2$	$5wv^2$	$3wv^2$	$7wv^2$	$21wv^2$
Ammoniaque muriatée (Salmiak W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2

*) $\alpha : \beta : \gamma = -1440 + 1080\sqrt{3} : 2025 - 900\sqrt{3} : 1144$, $\cos A = 0$, $\cos B = 0$, $\cos \Gamma = \frac{-3+4\sqrt{3}}{10}$

$\alpha^2 = (5572800 - 3110400\sqrt{3})\,wv^2$, $\beta^2 = (6530625 - 3645000\sqrt{3})\,wv^2$, $\gamma^2 = 1308736\,wv^2$, $2\beta\gamma\cos A = 0$,

$2\gamma\alpha\cos B = 0$, $2\alpha\beta\cos\Gamma = (11858400 - 6755400\sqrt{3})\,wv^2$

	Verhältnisse der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos\Gamma$
Alumine sulfatée alcaline (Alaun W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Glauberite (Glauberit)	$\sqrt{77}$	$\sqrt{77}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{8}{77}}$	$\sqrt{\frac{8}{77}}$	$\frac{13}{77}$	$77wv^2$	$77wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$26wv^2$
Quarz (Quarz W.)	1	1	1	$-\frac{1}{14}$	$-\frac{1}{14}$	$-\frac{1}{14}$	$7wv^2$	$7wv^2$	$7wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$
Zircon (Zirkon, Hyazinth W.)	5	5	6	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{7}{25}$	$25wv^2$	$25wv^2$	$36wv^2$	$36wv^2$	$36wv^2$	$14wv^2$
Corindon (Korund, Saphir, Diamantspath W.)	1	1	1	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	$8wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	wv^2	wv^2	wv^2
Cymophane (Chrysoberyll W.)	$\sqrt{6}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{2}$	0	0	0	$6wv^2$	$3wv^2$	$2wv^2$	0	0	0
Spinelle (Spinell, Zeylonit W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Emeraude (Smaragd, Beryll W.)	1	1	1	0	0	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	wv^2
Euclase (Euklas W.)	$\sqrt{108}$	$\sqrt{77}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{32}{77}}$	0	0	$108wv^2$	$77wv^2$	$32wv^2$	$64wv^2$	0	0
Grenat (Granat, Pyrop, Melanit W.)	1	1	1	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$3wv^2$	$3wv^2$	$3wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$
Amphygène (Leuzit W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Idocrase (Vesuvian W.)	$\sqrt{7}$	$\sqrt{7}$	$\sqrt{8}$	0	0	0	$7wv^2$	$7wv^2$	$8wv^2$	0	0	0
Feldspath (Feldspath W.)	$\sqrt{38}$	$\sqrt{11}$	$\sqrt{33}$	$\sqrt{\frac{2}{11}}$	$\sqrt{\frac{1}{19}}$	$\sqrt{\frac{11}{33}}$	$38wv^2$	$11wv^2$	$33wv^2$	$2\sqrt{66}$	$2\sqrt{66}$	$22wv^2$
Turmaline (Schörl W.)	1	1	1	$-\frac{11}{27}$	$-\frac{11}{27}$	$-\frac{11}{27}$	$27wv^2$	$27wv^2$	$27wv^2$	$-22wv^2$	$-22wv^2$	$-22wv^2$
Amphibole (Basaltische Hornblende, Strahlstein, Tremolith W.)	$\sqrt{263}$	$\sqrt{263}$	$\sqrt{16}$	$-\sqrt{\frac{4}{263}}$	$-\sqrt{\frac{4}{263}}$	$-\frac{143}{263}$	$263wv^2$	$263wv^2$	$16wv^2$	$-16wv^2$	$-16wv^2$	$-286wv^2$
Pyroxène (Augit, Sahlit W.)	$\sqrt{313}$	$\sqrt{313}$	$\sqrt{52}$	$\sqrt{\frac{13}{313}}$	$\sqrt{\frac{13}{313}}$	$\frac{25}{313}$	$313wv^2$	$313wv^2$	$52wv^2$	$52wv^2$	$52wv^2$	$50wv^2$
Yenite (Lievrit W.)	$\sqrt{59}$	$\sqrt{59}$	12	$\frac{6}{\sqrt{59}}$	$\frac{6}{\sqrt{59}}$	$\frac{45}{59}$	$59w^2$	$59w^2$	$144wv^2$	$14;wv^2$	$144wv^2$	$90wv^2$
oder	$\sqrt{59}$	$\sqrt{59}$	$\sqrt{28}$	$\sqrt{\frac{7}{59}}$	$\sqrt{\frac{7}{59}}$	$-\frac{13}{59}$	$59wv^2$	$59wv^2$	$28wv^2$	$28wv^2$	$28wv^2$	$26wv^2$
Staurotide (Staurolith W.)	$\sqrt{44}$	$\sqrt{44}$	1	0	0	$\frac{7}{11}$	$44wv^2$	$44wv^2$	wv^2	0	0	$56wv^2$
Hypersthène (Paulit W.)	$\sqrt{8}$	$\sqrt{8}$	1	0	0	$\frac{1}{3}$	$24wv^2$	$24wv^2$	$3wv^2$	0	0	$16wv^2$
Paranthine (Skapolith W.)	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$	1	0	0	0	$3wv^2$	$3wv^2$	wv^2	0	0	0
Mésotipe (Faser-Zeolith W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	2	0	0	0	$5wv^2$	$5wv^2$	$2w.^2$	0	0	0

Stilbite (Strahl-Zeolith u. Blätter-Zeolith W.)	$\sqrt{72}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{12}$	0	0	0	$72wv^2$	$25wv^2$	$12wv^2$	0	0	0
Prehnite (Prehnit W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{9}{41}$	$41wv^2$	$41wv^2$	$21wv^2$	0	0	$18wv^2$
Chabasie (Schabasit W.)	1	1	1	$-\frac{1}{16}$	$-\frac{1}{16}$	$-\frac{1}{16}$	$8wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$
Analcime (Cubizit W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Nepheline (Nephelin W.)	$\sqrt{14}$	$\sqrt{14}$	$\sqrt{3}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$14wv^2$	$14wv^2$	$3wv^2$	0	0	$14wv^2$
Harmotome (Kreuzstein W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{18}$	$\frac{8}{\sqrt{26}}$	$\frac{8}{\sqrt{26}}$	$\frac{4}{18}$	$13wv^2$	$13wv^2$	$18wv^2$	$18wv^2$	$18wv^2$	$8wv^2$
Péridot (Kryfolith W.)	$\sqrt{5}$	5	$\sqrt{8}$	0	0	0	$5wv^2$	$25wv^2$	$8wv^2$	0	0	0
Mica (Glimmer W.)	2	2	$\sqrt{27}$	0	0	$\frac{1}{2}$	$4wv^2$	$4wv^2$	$27wv^2$	0	0	4
Argent antimonié-sulfuré (Rothgültigerz W.)	1	1	1	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$	$-wv^2$
Mercure sulfuré (Zinnober W.)	1	1	1	$\frac{5}{11}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{5}{11}$	$11wv^2$	$11wv^2$	$11wv^2$	$10wv^2$	$10wv^2$	$10wv^2$
Plomb sulfuré (Bleiglanz W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Plomb chromaté (Rothbleierz W.)	$\sqrt{39}$	$\sqrt{39}$	2	$\frac{1}{\sqrt{39}}$	$\frac{1}{\sqrt{39}}$	$\frac{3}{39}$	$39wv^2$	$39wv^2$	$4wv^2$	$4wv^2$	$4wv^2$	$6wv^2$
Plomb carbonaté (Weifs-Bleierz W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\sqrt{\frac{2}{13}}$	$\frac{7}{13}$	$13wv^2$	$13wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$14wv^2$
oder	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{12}$	$\sqrt{\frac{3}{13}}$	$\sqrt{\frac{3}{13}}$	$\frac{9}{13}$	$13wv^2$	$13wv$	$12wv^2$	$12wv^2$	$12wv^2$	$18wv^2$
Plomb phosphaté (Grün- und Braun-Bleierz W.)	1	1	1	$-\frac{5}{19}$	$-\frac{5}{19}$	$-\frac{5}{19}$	$19wv^2$	$19wv^2$	$19wv^2$	$-10wv^2$	$-10wv^2$	$-10wv^2$
Plomb molybdaté (Gelb-Bleierz W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{32}$	$\sqrt{\frac{8}{41}}$	$\sqrt{\frac{8}{41}}$	$\frac{25}{41}$	$41wv^2$	$41wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$50wv^2$
Plomb sulfaté (Blei-Vitriol W.)	$\sqrt{79}$	$\sqrt{79}$	8	$\sqrt{\frac{16}{79}}$	$\sqrt{\frac{16}{79}}$	$\frac{1}{79}$	$79wv^2$	$79wv^2$	$64wv^2$	$64wv^2$	$64wv^2$	$2wv^2$
oder	$\sqrt{79}$	$\sqrt{79}$	$\sqrt{156}$	$\sqrt{\frac{89}{79}}$	$\sqrt{\frac{89}{79}}$	$\frac{47}{79}$	$79wv^2$	$79wv^2$	$156wv^2$	$156wv^2$	$156wv^2$	$94wv^2$
Cuivre pyriteux (Kupferkies W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cuivre gris (Fahlerz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cuivre oxydulé (Roth-Kupfererz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cuivre dioptase (Kupfersmaragd W.)	1	1	1	$-\frac{19}{53}$	$-\frac{19}{53}$	$-\frac{19}{53}$	$53wv^2$	$53wv^2$	$53wv^2$	$-38wv^2$	$-38wv^2$	$-38wv^2$

	Verhältnisse der Kanten			Werthe von			Werthe von					
	α	β	γ	$\cos A$	$\cos B$	$\cos \Gamma$	α^2	β^2	γ^2	$2\beta\gamma\cos A$	$2\gamma\alpha\cos B$	$2\alpha\beta\cos\Gamma$
Fer oxydulé (Magnet-Eisenstein W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Fer oligiste (Eisenglanz W.)	1	1	1	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{19}$	$19wv^2$	$19wv^2$	$19wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$	$2wv^2$
Fer arsénical (Gemeiner Arsenik-Kies W.)	$\sqrt{22}$	$\sqrt{22}$	$\sqrt{21}$	0	0	$\frac{4}{11}$	$22wv^2$	$22wv^2$	$21wv^2$	0	0	$16wv^2$
Fer sulfuré (Schwefelkies W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Fer sulfaté (Eisen-Vitriol W.)	1	1	1	$\frac{3}{17}$	$\frac{3}{17}$	$\frac{3}{17}$	$17wv^2$	$17wv^2$	$17wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$
Etain oxydé (Zinnstein W.)	7	7	$\sqrt{80}$	$\frac{\sqrt{20}}{7}$	$\frac{\sqrt{20}}{7}$	$\frac{9}{49}$	$49wv^2$	$49wv^2$	$80wv^2$	$80wv^2$	$80wv^2$	$18wv^2$
Zinc oxydé silicifère (Galmei W.)	$\sqrt{33}$	$\sqrt{33}$	$\sqrt{68}$	$\sqrt{\frac{17}{33}}$	$\sqrt{\frac{17}{33}}$	$\frac{25}{33}$	$33wv^2$	$33wv^2$	$68wv^2$	$68wv^2$	$68wv^2$	$50wv^2$
	$\sqrt{33}$	$\sqrt{33}$	4	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$\frac{2}{\sqrt{33}}$	$-\frac{1}{33}$	$33wv^2$	$33wv^2$	$16wv^2$	$16wv^2$	$16wv^2$	$-2wv^2$
Zinc sulfuré (Blende W.)	1	1	1	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$3wv^2$	$3wv^2$	$3wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$	$-2wv^2$
Bismuth natif (Gediegen Wismuth W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Cobalt arsénical (Speisskobalt W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Cobalt gris (Glanzkobalt W.)	1	1	1	0	0	0	wv^2	wv^2	wv^2	0	0	0
Arsénic sulfuré (Rauschgelb W.)	$\sqrt{13}$	$\sqrt{13}$	$\sqrt{6}$	$\sqrt{\frac{3}{26}}$	$\sqrt{\frac{3}{26}}$	$\frac{5}{13}$	$13wv^2$	$13wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$6wv^2$	$10wv^2$
Manganèse oxydé (Grau-Braunsteinerz W.)	$\sqrt{41}$	$\sqrt{41}$	$\sqrt{6}$	0	0	0	$41wv^2$	$41wv^2$	$6wv^2$	0	0	0
Antimoine natif (Gediegen Spiessglanz W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Urane oxydé (Uranglimmer W.)	1	1	$\sqrt{10}$	0	0	0	wv^2	wv^2	$10wv^2$	0	0	0
Titane oxydé (Rutil W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{6}$	0	0	0	$5wv^2$	$5wv^2$	$6wv^2$	0	0	0
Titane anatase (Octaëdrit W.)	$\sqrt{173}$	$\sqrt{173}$	$\sqrt{8}$	$\sqrt{\frac{2}{173}}$	$\sqrt{\frac{2}{173}}$	$\frac{169}{173}$	$173wv^2$	$173wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$8wv^2$	$338wv^2$
Schéelin ferruginé (Wolfram W.)	$\sqrt{3}$	2	$\sqrt{12}$	0	0	0	$3wv^2$	$4wv^2$	$12wv^2$	0	0	0

Schéelin calcaire (Schwerstein W.)	$\sqrt{5}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{3}$	$\sqrt{\frac{8}{25}}$	$\sqrt{\frac{8}{25}}$	$\frac{7}{10}$	$5wv^2$	$5wv^2$	$3wv^2$	$3wv^2$	$3wv^2$	$7wv^2$
Diamant (Diamant W.)	1	1	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2	wv^2
Mellite (Honigstein W.)	5	5	$\sqrt{32}$	$\frac{\sqrt{8}}{5}$	$\frac{\sqrt{8}}{5}$	$\frac{9}{25}$	$25wv^2$	$25wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$32wv^2$	$18wv^2$

Man kann ferner als einen Beweis für die Richtigkeit der obigen Hypothese über den innern Bau der Krystalle ansehen, daſs sowohl die äuſsern Formen der Krystalle, als die Formen, womit ihre natürlichen Trennungsflächen parallel gehen, ausschlieſslich nur solche sind, die auf eine mit ihrer innern Structur übereinstimmende Art aus einer, dem Princip, daſs die Quadrate der Abstände ihrer Atome sämmtlich ganze Vielfache der nämlichen Gröſse sind, Genüge leistenden parallelepipedischen Stellungs-Art der Atome abgeleitet werden können, und daſs selbst sehr einfache und regelmäſsige, aber aus solchen Stellungs-Arten nicht ableitbare polyedrischen Formen, z. B. das reguläre Icosaëder, das reguläre Pentagonal-Dodecaëder *), das reguläre fünf- und siebenseitige Prisma auch unter den Formen der Krystalle nicht vorkommen.

*) Siehe Haüy Traité de crystallographie, Tom. 2, pag. 23. 31.

Verbesserungen.

Seite 237 Zeile 7 von unten, statt „Erklärung" lies „Erklärungen"
- 239 - 17 - oben, ist „weiter" auszustreichen.
- 243 - 6 - unten, statt „Fig. 1. 2. 3" lies „Fig. 1. 3 u. 4"
- 246 - 1 - - ist „abhängt" auszustreichen.

II.

Allgemeine Bemerkungen über die Temperaturen des Erdkörpers und des Raumes, in welchem ſich die Planeten bewegen;

von

Herrn Fourier.

(Fortſetzung.)

Man kann auf eine ziemlich genäherte Art den Wärmegrad beſtimmen, welchen die Erdkugel erreichen würde, wenn ſie an die Stelle eines der Planeten geſetzt wird; aber die Temperatur des Planeten ſelbſt kann man nicht angeben, denn dazu müſste man die Beſchaffenheit ſeiner Oberfläche und ſeiner Atmoſphäre kennen. Dieſe Ungewiſsheit findet jedoch nicht für die an den Gränzen unſeres Sonnenſyſtems liegenden Körper Statt, wie z. B. für den Uranus. Die Einwirkung der Sonnenſtrahlen auf dieſen Planeten iſt offenbar unmerklich, und die Temperatur ſeiner Oberfläche wenig von der in den planetariſchen Räumen oder an den Polen der Erde Statt findenden verſchieden. Ich habe dieſs Reſultat kürzlich in einer vor der Akademie gehaltenen Vorleſung entwickelt. Man ſieht, daſs dieſe Folgerung ſich nun auf die entfernteren Planeten anwenden läſst und daſs wir kein Mittel beſitzen, die mittlere Temperatur der anderen planetariſchen Körper mit einiger Genauigkeit zu beſtimmen.

Die Bewegungen der Luft und der Gewäſſer, die Ausdehnung der Meere, die Höhe und Geſtalt des Bodens, die Wirkungen der menſchlichen Induſtrie und alle zufälligen Veränderungen der Erdoberfläche, ändern die Temperatur eines jeden Klima ab. Die Charactere der von allgemeinen Urſachen herrührenden Erſcheinungen ſind bleibend; aber die an der Oberfläche beobachteten thermometriſchen Wirkungen weichen von denen ab, welche ohne den Einfluſs dieſer Nebenumſtände Statt finden.

Die Beweglichkeit der Gewäſſer und der Luft mäſsigen die Wirkungen der Wärme und Kälte; ſie machen die Vertheilung derſelben gleichförmiger; aber es iſt unmöglich, daſs die Wirkung der Atmoſphäre jene allgemeine Urſache erſetzen könnte, welche die gemeinſchaftliche Temperatur der planetariſchen Räume unterhält; wenn jene Urſache nicht vorhanden wäre, ſo würde man ungeachtet der Wirkungen der Atmoſphäre und der Meere, auſserordentliche Unterſchiede zwiſchen den Temperaturen der Polar- und Aequatoralregionen wahrnehmen.

Es iſt ſchwer zu erkennen, wie weit der Einfluſs der Atmoſphäre auf die mittlere Temperatur des Erdkörpers reicht, da man bei dieſer Unterſuchung von keiner regelmäſsigen mathematiſchen Theorie geleitet wird. Jedoch verdankt man dem berühmten Sauſsure einen Verſuch, welcher ſehr geeignet zu ſeyn ſcheint, dieſe Frage zu löſen. Der Verſuch beſtand darin, daſs er den Sonnenſtrahlen ein Gefäſs ausſetzte, welches mit einer oder mehreren recht durchſichtigen Glasplatten in einigem Abſtand übereinander bedeckt war. Das Innere des Gefäſses ward mit einer

dicken Bekleidung von geſchwärztem Kork gefüttert, um die Wärme aufzufangen und zu bewahren. In dem Gefäſse und in jedem der Räume zwiſchen den Glasplatten waren Thermometer angebracht, welche den Wärmegrad der daſelbſt befindlichen erhitzten Luft angaben. Dieſes Inſtrument wurde um Mittagszeit den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt und man ſah bei verſchiedenen Verſuchen das Thermometer des Gefäſses ſich auf 70, 80, 100, 110° R. und darüber erheben. Die Thermometer in den Zwiſchenräumen erreichten viel geringere Wärmegrade, die von dem Boden des Kaſtens ab, bis zum äuſserſten Zwiſchenraum abnahmen.

Die Einwirkung der Sonnenwärme auf Luft, welche von durchſichtigen Mitteln eingeſchloſſen iſt, hat man ſchon ſeit langer Zeit beobachtet. Der ſo eben beſchriebene Apparat hatte zur Abſicht, die erlangte Wärme auf ihr Maximum zu bringen und vor allem die Wirkung der Sonne auf einem ſehr hohen Berge mit der zu vergleichen, welche in einer tiefer liegenden Ebene Statt hat. Dieſe Beobachtung iſt eben ſo merkwürdig durch die richtigen als durch die ausgedehnten Folgerungen, welche der Erfinder aus ihnen abgeleitet hat. Sie iſt mehrere Male zu Paris und Edinburg wiederholt worden und hat ähnliche Reſultate gegeben.

Die Theorie dieſes Inſtrumentes iſt leicht zu begreifen. Es reicht hin zu bemerken, daſs 1) die erhaltene Wärme ſich anhäuſt, weil ſie nicht unmittelbar durch Erneuerung der Luft weggeführt werden kann, 2) daſs die von der Sonne ausſtrahlende Wärme in ihren Eigenſchaften von der dunklen Wärme abweicht. Die Sonnenſtrahlen dringen in

ziemlich beträchtlicher Menge durch die Gläſer in alle Zwiſchenräume ein, bis zu dem Boden des Kaſtens. Sie erhitzen die Luſt und die Wände, welche dieſelbe umſchlieſsen; alsdann hört die ihnen mitgetheilte Wärme auf, leuchtend zu ſeyn und behält nur die gewöhnlichen Eigenſchaften der dunklen Wärme. In dieſem Zuſtande kann ſie nicht die Glasplatten durchdringen, welche das Gefäſs bedecken; ſie häuft ſich immer mehr und mehr in dem von ſchlecht leitender Materie eingeſchloſſenen Raume an und die Temperatur erhebt ſich ſo weit bis die hinzuſtrömende Wärme genau derjenigen gleich iſt, welche entweicht. Man wird dieſe Erklärung beſtätigen und die Folgerungen deutlicher machen, wenn man die Bedingungen verändert, z. B. gefärbte oder geſchwärzte Gläſer anwendet und die Räume, welche die Thermometer enthalten, luftleer macht. Wenn man dieſe Wirkung durch den Calcul unterſucht, ſo findet man Reſultate, die völlig mit den durch die Beobachtung gegebenen übereinſtimmen. Es iſt nöthig, dieſe Ordnung der Thatſachen und der Reſultate der Rechnung aufmerkſam zu betrachten, wenn man den Einfluſs der Atmoſphäre und der Gewäſſer auf den thermometriſchen Zuſtand der Erde unterſuchen will.

In der That, wenn alle Luftſchichten, aus welchen die Atmoſphäre gebildet iſt, ihre Dichte und Durchſichtigkeit behielten und nur die ihnen eigene Beweglichkeit verlören, ſo würde die ſolchergeſtalt feſtgewordene Maſſe, den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, eine Wirkung erzeugen von gleicher Art mit der, welche ſo eben beſchrieben wurde. Die Wärme, welche im Zuſtand als Licht bis zur feſten Erde ge-

langt, würde angenblicklich und fast gänzlich ihrer Eigenschaft feste, durchsichtige Körper zu durchdringen, beraubt; sie würde sich in den untern Schichten der Atmosphäre anhäufen und diesen dadurch eine sehr hohe Temperatur mittheilen. Zugleich würde man, von der Erde aus gegangen, eine Abnahme der erlangten Wärme wahrnehmen.

Die Luft, welche sich durch ihre Beweglichkeit nach allen Richtungen begiebt, und sich erhebt, wenn sie erwärmt wird, gleich wie die Strahlung der dunklen Wärme in die Luft, verringern die Intensität der Wirkungen, welche unter einer durchsichtigen und festen Atmosphäre Statt haben, ohne jedoch die Natur dieser Wirkungen gänzlich zu verändern. Die Abnahme der Wärme in den höhern Regionen der Luft hört keinesweges auf und die Temperatur kann durch die Vermittlung der Atmosphäre vermehrt werden, weil die Wärme im leuchtenden Zustand weniger Hindernisse findet um die Atmosphäre zu durchdringen, als um in die Luft zurückzukehren, wenn sie in dunkle Wärme verwandelt ist.

Wir wollen nun die Wärme betrachten, welche der Erdkörper zur Zeit der Bildung der Planeten besaſs, und welche unter dem Einfluſs der kalten Temperatur des planetarischen Himmels fortwährend zur Oberfläche entweicht.

Die Meinung eines innern, durch mehrere groſse Vorgänge beständig erzeugten Feuers hat sich zu allen Zeiten der Naturforschung erneuert. Das Ziel, welches ich mir heute gesetzt habe und was die jüngsten Fortschritte der mathematischen Wissenschaften zu erreichen erlauben, besteht darin, zu erkennen,

nach welchem Gesetze eine massive Kugel, die sehr lange in einem erhitzten Mittel verweilte, ihre ursprüngliche Wärme allmählig verliert, wenn dieselbe in einen Raum von einer constanten aber niedrigern Temperatur als das erste Mittel gebracht wird. Vorzugsweise haben wir die Untersuchung zur Absicht, ob die gegenwärtige Temperatur der Erde noch ferner merklichen Veränderungen unterworfen seyn wird.

Die Gestalt des Erdsphäroïdes, die regelmäsige Anordnung der innern Schichten, welche die Pendelversuche kennen lehrten, ihre mit der Tiefe wachsende Dichte und mehrere andere Betrachtungen beweisen sämmtlich, dass eine sehr hohe Wärme einstmals alle Theile des Erdkörpers durchdrungen hat. Diese Wärme entweicht durch die Strahlung in den umgebenden Raum, dessen Temperatur weit unter der liegt, bei welcher Wasser gefriert. Der mathematische Ausdruck des Erkaltungsgesetzes zeigt, dass die ursprüngliche Wärme in einer sphärischen Masse von so grosser Ausdehnung wie die Erde, viel schneller an der Oberfläche abnimmt, als in den Theilchen, die in einer grossen Tiefe liegen. Diese behalten fast ihre ganze Wärme während einer überaus langen Zeit. Die Wahrheit dieses Schlusses erleidet keinen Zweifel, da wir die Zeit für metallische Substanzen berechnet haben, welche viel besser leiten, als die Bestandtheile des Erdkörpers.

Es ist indess klar, dass die Theorie allein, das Gesetz nicht vorzeichnen kann, welchem die Erscheinungen unterworfen sind. Es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob man in den Schichten des Erdballes, wel-

che wir zu durchdringen vermögen, Spuren dieser Centralwärme finde. Man muſs z. B. untersuchen, ob unterhalb der Erdoberfläche, in Tiefen, wo die täglichen und jährlichen Variationen gänzlich aufgehört haben, die Temperaturen der Punkte einer in das Innere der festen Erde verlängerten Vertikallinie sich mit zunehmender Tiefe erhöhen. Alle durch die unterrichtetsten Physiker unserer Tage gesammelten und geprüften Beobachtungen haben nun gelehrt, daſs eine solche Temperaturzunahme wirklich vorhanden sey und sie ungefähr 1°C. auf 30 bis 40 Meter betrage. Die hieher gehörigen Beobachtungen, mit welchen man in neuester Zeit die Akademie unterhalten hat, bestätigen die früher beobachteten Thatsachen.

Die theoretische Aufgabe, welche wir uns vorgelegt haben, bezweckt: die Folgerungen aufzufinden, die sich mit Sicherheit aus dieser einzigen durch die Beobachtung gegebenen Thatsache ableiten lassen, und zu untersuchen, ob sie bestimmt: 1) die Lage der Wärmequelle, 2) den Temperaturüberschuſs, welcher noch an der Oberfläche vorhanden ist.

Es ist leicht zu schlieſsen und es folgt überdieſs aus einer strengen Analysis, daſs die Temperaturzunahme im Sinne der Tiefe nicht durch die fortgesetzte Wirkung der Sonne erzeugt worden seyn kann. Die von diesem Gestirn ausgeströmte Wärme hat sich zwar im Innern der Erde angehäuft, aber die Zunahme derselben hat fast gänzlich aufgehört; und wenn die Anhäufung noch fortdauerte, so würde die Zunahme genau in einem entgegengesetzten Sinne Statt finden, wie wir sie so eben bezeichneten.

Die Urſache, welche den tieferen Schichten höhere Temperatur mittheilt, iſt alſo eine im beſtändige oder veränderliche Wärmequelle, u halb den Punkten liegend, bis zu welchen man langen konnte. Dieſe Urſache erhöht die Temp tur der Erdoberfläche über den Werth, welchen ih alleinige Wirkung der Sonne ertheilt. Dieſer Ue ſchuſs iſt aber faſt unmerklich geworden; wir ü zeugten uns hiervon durch das mathematiſche V hältniſs, welches zwiſchen dem Anwuchs auf ei Meter und der Gröſse vorhanden iſt, um welche Temperatur der Erdoberfläche diejenige überſte die ohne die erwähnte Wärmequelle Statt finden w de. Es gilt uns gleich, den Temperaturanwuchs die Einheit der Tiefe oder den Temperaturüberſch der Oberfläche zu meſſen.

Bei einer Eiſenkugel würde ein Temperatur wuchs von $\frac{1}{30}$° C. auf einen Meter die Tempera der Oberfläche nur um $\frac{1}{4}$° C erhöhen. Dieſe Erl hung ſteht, bei Gleichbleibung aller übrigen Umſt de, im geraden Verhältniſſe zum Wärmeleitungsv mögen der Subſtanz. Mithin iſt der Temperaturüb ſchuſs, welchen die Erdoberfläche zufolge dieſer nern Wärmequelle darbietet, ſehr klein, wahrſche lich kleiner als $\frac{1}{30}$° C. Wohl zu merken iſt, daſs letzte Folgerung auf alle Vorausſetzungen anwend bleibt, die man über die Natur jener Wärmequelle n chen könnte; ſey es, daſs man dieſe als örtlich o allgemein, beſtändig oder veränderlich anſieht.

Unterſucht man mit Aufmerkſamkeit und n den Grundſätzen der Mechanik alle hinſichtlich Geſtalt des Erdkörpers gemachten Beobachtungen,

kann man nicht zweifeln, daſs die Erde bei ihrer Entſtehung eine ſehr hohe Temperatur erhielt, und andererſeits zeigen die thermometriſchen Beobachtungen, daſs die gegenwärtige Vertheilung der Wärme auf der Erdrinde genau diejenige iſt, welche Statt finden würde, wenn der Erdball in einem Mittel von ſehr hoher Temperatur gebildet worden und ſich darauf beſtändig erkaltet habe. Es iſt wichtig, die Uebereinſtimmung dieſer beiden Gattungen von Beobachtungen zu bemerken.

Die Aufgabe über die Erdtemperaturen iſt uns ſtets als einer der wichtigſten Gegenſtände des cosmologiſchen Studiums erſchienen und wir hatten dieſelbe vorzugsweiſe im Auge, als wir die mathematiſche Theorie der Wärme aufſtellten. Seit unſeren erſten Unterſuchungen waren wir begierig, das Geſetz der innern Temperaturen einer ſoliden Kugel zu kennen, die durch Eintauchung in ein Mittel urſprünglich erhitzt, und darauf in ein kälteres Mittel gebracht worden. Die ſchon erwähnte Abhandlung vom J. 1807 enthält die vollſtändige Löſung dieſer zuvor nie behandelten Aufgabe. Wir haben auch den veränderlichen Zuſtand einer Kugel betrachtet, welche folgweiſe und auf eine beliebige Dauer zweien oder mehreren Mitteln von verſchiedener Temperatur ausgeſetzt geweſen, und darauf in einem Raum von unveränderlicher Temperatur dem Erkalten überlaſſen worden. Nachdem wir die allgemeinen Folgerungen der Löſung dieſer Aufgabe gefunden hatten, behandelten wir beſonders den Fall, wo die urſprüngliche in dem erhitzten Mittel erlangte Temperatur der ganzen Maſſe gemeinſam geworden und indem wir der ſoliden Kugel eine ausnehmende Gröſse beilegten, unterſuchten wir, nach welcher Fort-

fchreitung die Temperatur in den der Oberfläche zunächftliegenden Schichten abnehmen würde. Wendet man die Refultate der Analyfe auf den Erdkörper an, um zu erkennen, was die allmähligen Folgen einer ähnlichen urfprünglichen Bildung feyn würden, fo fieht man, dafs der Temperaturanwuchs von $\frac{1}{30}$°C. auf einen Meter, betrachtet als aus der innern Wärme entfpringend, ehemals viel gröfser war, und dafs er gegenwärtig mit einer aufserordentlichen Langfamkeit abnimmt, fo dafs mehr als 30000 Jahre verftreichen müffen, bevor fein jetziger Werth auf die Hälfte herabfinkt. Was den Temperaturüberfchufs an der Oberfläche betrifft, fo verändert fich derfelbe nach dem nämlichen Gefetze; die feculäre Verminderung oder die Gröfse, um welche derfelbe innerhalb eines Jahrhunderts abnimmt, ift gleich feinem jetzigen Werth, dividirt durch die doppelte Zahl der Jahrhunderte, welche feit dem Anfange der Erkaltung verfloffen find, und da uns eine Gränze diefer Zahl durch die gefchichtlichen Ueberlieferungen gegeben ift, fo kann man daraus fchliefsen, dafs, von den Zeiten der griechifchen Schule zu Alexandrien an, die Temperatur der Oberfläche fich vermöge diefer Urfache nur um $\frac{3}{100}$ eines hunderttheiligen Grades verringert hat. Man findet hier denfelben Charakter von Unveränderlichkeit, welchen gegenwärtig alle grofse Erfcheinungen des Weltalls darbieten. Diefe Unveränderlichkeit ift übrigens ein nothwendiges Refultat und hängt nicht von der Betrachtung des urfprünglichen Zuftandes ab, weil der gegenwärtige Ueberfchufs der Temperatur ausnehmend klein ift und er fich während einer unendlich langen Zeit verringern wird.

Die Wirkung der urſprünglichen Wärme, welche die Erde behalten hat, iſt alſo auf der Erdoberfläche ſo zu ſagen unmerklich geworden; aber ſie zeigt ſich ſchon in zugänglichen Tiefen, weil daſelbſt die Temperatur der Schichten mit der Entfernung von der Oberfläche zunimmt. Dieſer Anwuchs auf die Einheit des Maſses bezogen, wird nicht denſelben Werth in gröſseren Tiefen beſitzen; er vermindert ſich mit dieſer Tiefe; aber dieſelbe Theorie zeigt uns, daſs die überſchüſſige Temperatur, welche an der Oberfläche faſt Null iſt, in einer Tiefe von einigen Myriametern ungeheuer groſs ſeyn kann, ſo daſs die Wärme der zwiſchenliegenden Schichten, die der glühenden Materien bei weitem überſchreiten kann.

Im Verlauf von Jahrhunderten erleiden die inneren Temperaturen groſse Veränderungen; aber an der Oberfläche haben dieſe Veränderungen aufgehört und die beſtändige Entweichung der eigenen Wärme kann für die Zukunft keine Erkältung des Klimas hervorbringen. Es iſt wichtig zu bemerken, daſs die mittlere Temperatur eines Ortes durch andere zufällige Urſachen Veränderungen erleiden kann, die unvergleichlich gröſser ſind, als die, welche aus der ſeculären Abkühlung des Erdballes erfolgen.

Die Begründung und die Fortſchritte der Civiliſation, die Wirkung der Naturkräfte, können auf ſehr groſsen ausgedehnten Landſtrecken die Beſchaffenheit des Bodens, die Vertheilung der Gewäſſer und die groſsen Bewegungen der Luft abändern. Solche Vorgänge ſind geeignet im Verlauf von Jahrhunderten einen Einfluſs auf die mittlere Wärme auszuüben; denn die analytiſchen Ausdrücke enthalten

Coëfficienten, die sich auf die Beschaffenheit der Oberfläche beziehen und einen grosen Einflufs auf den Werth der Temperatur haben.

Obgleich die Wirkung der innern Wärme nicht mehr an der Erdoberfläche merkbar ist, so läſst sich dennoch die totale Menge dieser Wärme, welche innerhalb einer gegebenen Zeit, z. B. innerhalb eines Jahres oder Jahrhunderts, verstreicht, messen und wir haben sie bestimmt. Diejenige, welche im Verlauf eines Jahrhunderts eine Fläche von einem Quadratmeter durchdringt und sich in den Himmelsraum ausbreitet, könnte eine Eissäule schmelzen, die diesen Quadratmeter zur Basis und ungefähr 3 Meter zur Höhe hätte.

Diese Folgerung fliest aus einem Hauptsatze, der allen Aufgaben über die Bewegung der Wärme zukommt und vor allem auf die der Erdtemperaturen eine Anwendung findet; ich spreche hier von der Differentialgleichung, welche für jeden gegebenen Augenblick den Zustand der Oberfläche ausdrückt. Diese Gleichung, deren Wahrheit leicht einzusehen und zu beweisen ist, giebt eine einfache Beziehung zwischen der Temperatur eines Elementes der Fläche und der senkrechten Bewegung der Wärme. Besonders ist diess theoretische Resultat darum wichtig, weil es unabhängig ist von der Form und Gröſse der Körper und immer Statt findet, wie auch die Natur der homogenen oder heterogenen Substanzen seyn mag, aus welchen die innere Masse besteht. Die Folgerungen, welche man aus dieser Gleichung ableitet, sind also absolut, und behalten für jede mögliche materielle Beschaffenheit und jeden möglichen ursprünglichen Zu-

ſtand des Erdkörpers ihre Anwendung. Nachdem die Principien der Aufgabe über die Temperaturen der Erde einzeln erklärt worden, hat man noch alle ſo eben beſchriebene Wirkungen unter einem allgemeinen Geſichtspunkt zu vereinigen und dadurch wird man ſich eine richtige Idee von dem Geſammten der Erſcheinungen machen.

Die Erde empfängt die Strahlen der Sonne, welche in ihre Maſſe eindringen und ſich daſelbſt in dunkle Wärme verwandeln; ſie beſitzt auch ſeit ihrer Entſtehung eine eigenthümliche Wärme, welche fortwährend zur Oberfläche hinaus entweicht; endlich empfängt ſie auch die Licht- und Wärmeſtrahlen der unzählbaren Geſtirne, zwiſchen welchen das Sonnenſyſtem gelagert iſt. Das ſind die drei Haupturſachen, die die Temperatur der Erde beſtimmen. Die dritte, nämlich der Einfluſs der Geſtirne, kann gleich geſetzt werden dem Daſeyn einer unendlich groſsen, von allen Seiten geſchloſſenen Hülle, deren conſtante Temperatur wenig unter derjenigen liegt, die wir in den Polarregionen beobachten.

Man könnte ohne Zweifel bei der ſtrahlenden Wärme bisher unbekannte Eigenſchaften vorausſetzen, die die Stelle der urſprünglichen, dem Raume beigelegten Temperatur verträten. Indeſs laſſen ſich alle bekannte Thatſachen bei dem gegenwärtigen Zuſtand der phyſikaliſchen Wiſſenſchaften auf natürliche Weiſe erklären, ohne zu andern als auf poſitive Beobachtungen ſich ſtützenden Eigenſchaften ſeine Hülfe zu nehmen. Es reicht hin ſich vorzuſtellen, daſs die planetariſchen Körper in einem Raume von conſtanter Temperatur befindlich ſind. Ich habe

unterſucht, wie groſs dieſe Temperatur ſeyn müſste, damit die thermometriſchen Erſcheinungen denen ähnlich wären, die wir beobachten, und habe gefunden, daſs ſie gänzlich von dieſen abweichen würden, wenn man eine abſolute Kälte des Raumes annähme; wenn man aber nach und nach die gemeinſchaftliche Temperatur der Hülle höher annimmt, ſo ſieht man Erſcheinungen entſtehen, die denen, welche wir kennen, ähnlich ſind. Man kann demnach behaupten, daſs die gegenwärtigen Erſcheinungen denen gleich ſind, welche erzeugt würden, wenn die Strahlung der Geſtirne allen Punkten des planetariſchen Raumes die angezeigte Temperatur mittheilte.

Die urſprüngliche innere Wärme, welche noch nicht entwichen iſt, erzeugt nur eine ſehr geringe Wirkung an der Oberfläche der Erde; ſie verräth ſich durch eine Erhöhung der Temperatur in den tieſen Erdſchichten. In ſehr groſsen Abſtänden von der Oberfläche kann ſie die höchſten Temperaturen überſchreiten, die man ſchon gemeſſen hat.

Die Wirkung der Sonnenſtrahlen iſt in den Schichten an der Oberfläche der Erde periodiſch; in den tieſen Orten iſt ſie beſtändig. Dieſe feſte Temperatur der innern Theile iſt nicht überall die nämliche; ſie hängt hauptſächlich von der Breite des Ortes ab.

Die von der Sonne herrührende Wärme hat ſich im Innern der Erde angehäuft und ihr Zuſtand iſt unveränderlich geworden. Diejenige, welche durch die Aequatorialregionen eindringt, wird genau von der Wärme compenſirt, welche zu den Polarregionen hinaus entweicht. Mithin giebt die Erde dem Himmelsraum alle Wärme wieder, welche ſie von der

Sonne empfängt und ſie fügt ſelbſt einen Theil ihrer eigenen hinzu.

Alle Wirkungen der Sonnenwärme auf Erde werden durch die Dazwiſchenkunft der Atmoſphäre und durch die Gegenwart der Gewäſſer abgeändert. Die groſsen Bewegungen dieſer Flüſſigkeiten machen die Vertheilung gleichförmiger.

Die Durchſichtigkeit der Gewäſſer und der Luft ſcheinen zur Erhöhung des erlangten Wärmegrades beizutragen, weil die leuchtende Wärme ziemlich leicht in das Innere der Maſſe eindringt und die dunkle Wärme viel ſchwieriger einen entgegengeſetzten Weg nimmt.

Die Abwechſelungen der Jahreszeiten werden von einer ungeheuren Maſſe von Sonnenwärme unterhalten, welche an der Oberfläche der Erde oscillirt, ſechs Monate lang in dieſelbe eindringt und während der andern Hälfte des Jahres wieder von der Erde in die Luft zurückkehrt. Nichts trägt mehr zur Erläuterung dieſes Theiles der Aufgabe bey, als Verſuche, in welchen man die Wirkungen der Sonnenſtrahlen an der Erdoberfläche mit Genauigkeit miſst. Aus dieſem Grunde habe ich mit groſsem Intereſſe der Vorleſung einer von Hrn. Profeſſ. Pouillet eingereichten Abhandlung zugehört, und wenn ich im Verlauf dieſes Aufſatzes dieſer experimentalen Unterſuchung nicht gedachte, ſo geſchah es einzig deshalb, um dem Bericht, welcher von jener Abhandlung gemacht werden muſs, nicht vorzugreifen.

Ich habe in dieſer Abhandlung die Hauptelemente der mathematiſchen Unterſuchung über die Erdtempe-

raturen vereinigt. Sie ist aus den Resultaten meiner schon vor längerer Zeit bekannt gemachten Untersuchungen gebildet worden. Als ich diese Gattung von Aufgaben zu behandeln anfing, war noch keine mathematische Theorie der Wärme vorhanden und man konnte selbst zweifeln, ob gar eine solche möglich sey. Die Abhandlungen und Werke, in welchen ich diese Theorie aufstellte und welche die genaue Auflösung der Fundamentalaufgaben enthalten, sind dem Publikum bereits für sich übergeben oder seit mehrern Jahren den wissenschaftlichen Zeitschriften einverleibt. Der gegenwärtige Aufsatz hat einen andern Zweck, denjenigen nämlich, die Aufmerksamkeit auf eine der größsten Aufgaben in der Physik hinzulenken und die allgemeinen Gesichtspunkte und Folgerungen derselben vorzulegen. Es würde unmöglich seyn, bei einem so ausgedehnten Gegenstande, welcher neben den Resultaten einer schwierigen und neuen Analyse auch noch sehr verschiedenartige physikalische Betrachtungen begreift, alle Zweifel zu heben. Man wird mit der Zeit die genauen Beobachtungen vervielfältigen; man wird die Gesetze der Bewegung der Wärme in Flüssigkeiten und in der Luft untersuchen; man wird vielleicht andere Eigenschaften der strahlenden Wärme entdekken, so wie Ursachen, welche die Temperaturen des Erdkörpers abändern; allein die Hauptgesetze der Bewegung der Wärme sind bekannt. Diese Theorie, welche auf unveränderlichen Grundsätzen beruht, bildet einen neuen Zweig der mathematischen Wissenschaften. Gegenwärtig besteht dieselbe aus den Differentialgleichungen der Wärmebewegung in den festen und flüssigen Körpern, aus den Integralen dieser Glei-

ohungen und aus den Lehrſätzen, welche ſich auf das Gleichgewicht der ſtrahlenden Wärme beziehen.

Dieſe Theorien werden in der Zukunft eine weitere Ausdehnung gewinnen und nichts wird mehr zu ihrer Vervollkommnung beitragen, als zahlreiche Reihen genauer Beobachtungen; die mathematiſche Analyſe kann, (wenns erlaubt iſt, dieſe Betrachtung hier zu wiederholen) aus allgemeinen und einfachen Erſcheinungen, den Ausdruck für die Naturgeſetze ableiten, aber die Anwendung dieſer Geſetze auf ſehr zuſammengeſetzte Erſcheinungen erfordert eine lange Reihe genauer Beobachtungen.

III.

Ueberſicht über ſämmtliche in den letzten Jahren in Cornwall und dem nördlichen England angeſtellte Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und deren Zunahme mit der Tiefe.

(Im Auszuge aus mehreren vor Kurzem erſchienenen Abhandlungen, in den Verhandlungen der K. Geologiſchen Geſellſchaft von Cornwall, und anderen Werken). *)

„Seit mehreren Jahren ſind in Cornwall, vorzüglich unter Leitung der HH. R. W. Fox und M. P. Moyle, Mitgliedern der K. Geologiſchen Geſellſchaft von Cornwall, Unterſuchungen über die Temperatur in Bergwerken angeſtellt worden. Die Ergebniſſe derſelben ſind von Zeit zu Zeit in den Annals of Philosophy und in andern Schriften bekannt gemacht wor-

*) Die gegenwärtige Abhandlung iſt im Weſentlichen noch eine freie Bearbeitung des verſtorbenen Gilbert, unter deſſen Papieren ich dieſelbe in Brouillon vorfand. Sie gehört alſo im eigentlichen Sinne noch zu dem Theile der Annalen, der unter des Verewigten Namen erſcheint, und findet hier um ſo eher eine paſsliche Stelle, als ſie zum Theil die Belege enthält zu dem, was in dem vorgehenden Aufſatz theoretiſch behandelt wurde. Eine erſchöpfende Darſtellung von allen mit dieſem Gegenſtande in Verbindung ſtehenden Thatſachen zu liefern, erlaubte der Raum nicht; dagegen habe ich am Schluſſe dieſes, die hauptſächlichſten der hieher gehörigen Temperaturbeobachtungen in gedrängter Kürze hinzugefügt. Uebrigens iſt Alles ſorgfältig mit den Originalen verglichen worden. *P.*

den; vollständige Uebersichten der von jedem dieser Beobachter und von dem verstorbenen Sekretair der Gesellschaft, Dr. Forbes, erhaltenen Resultate sind aber erst vor Kurzem in dem zweiten Bande der Verhandlungen dieser Gesellschaft erschienen. Da der Gegenstand wichtig und von vielem Interesse ist, so theilen wir dem Leser in möglichster Kürze diese Uebersicht mit und fügen ihnen bei: die Thatsachen, welche Hr. Fox in seinem spätern Aufsatze bekannt gemacht hat; ferner Hrn. Moyle's Antwort sowohl auf Hrn. Fox frühere, wie auf dessen neueste Bemerkungen, und auf die Beobachtungen und Behauptungen des Dr. Forbes; endlich einen Auszug aus Hrn. Balds Aufsatz über die Temperatur in einigen unserer nördlichen Steinkohlengruben — damit man alles beisammen finde, was in unserem Lande seit Kurzem über diesen Gegenstand verhandelt worden ist."

So weit die Einleitung in Hrn. Tillochs Zeitschrift. Hier habe ich noch hinzuzufügen — diess sind die Worte des verewigten Gilbert — dass ich, um dem Leser die richtige Einsicht und die Beurtheilung der Thatsachen, welche hier zur Sprache gebracht werden und die für Geognosie und Physik gleich interessant sind, zu erleichtern, die Ordnung der Aufsätze verändert habe, und mit der lehrreichen Abhandlung den Anfang mache, welche von dem ersten Sekretair der seit etwa zehn Jahren bestehenden Gesellschaft herrührt, dem verstorbenen Dr. Forbes, den meine Leser schon aus dem kennen, was ich ihnen aus den jährlichen meteorologischen Berichten der Gesellschaft für das Jahr 1821 (Annal. 1823. St. 3) mitgetheilt habe.

I. Beobachtungen und Folgerungen des Dr. Forbes zu Penzance, ersten Sekretairs der Cornwaller Geolog. Gesellschaft.

Der Auffatz des Dr. Forbes in dem 2ten Bande der Verhandlungen der Geologifch. Gefellfchaft von Cornwall enthält in dem erften Theile das Originaljournal feiner Beobachtungen über die Temperatur verfchiedener Bergwerke in Cornwall, und in dem 2ten Theile eine Erörterung über die fremden äufseren Quellen von Wärme (extraneous sources of heat), welche zu der höheren Temperatur in der Tiefe beizutragen fcheinen, und in der Ueberzeugung, es werde durch feine Beobachtungen unwiderfprechlich dargethan, dafs die Erdwärme beim Hinabfteigen in die Tiefe zunehme, zum Schlufs noch einige Bemerkungen über den wahrfcheinlichen Urfprung der inneren Wärme der Erde.

Zum beffern Verftändnifs fchickt Hr. Dr. F. einige Bemerkungen voraus über die Natur und innere Oekonomie der Cornwaller Bergwerke, in denen fie gemacht worden find. Aus ihnen ift Folgendes die Hauptfache. Man erhält eine ziemlich richtige Vorftellung von einer *Metallader* oder dem, was die Bergleute einen *Gang* (*lode*) nennen, wenn man fich eine der lothrechten Lage mehr oder minder näher kommende mit Erzen ausgefüllte Spalte in der fteinigen Krufte der Erde denkt; der Zweck des Bergbaues ift, diefe dünne erzhaltige Ebene aus dem Felfengeftein herauszuarbeiten. Der Bergmann macht zu dem Ende mehrere horizontale Aushöhlungen (galleries) übereinander, welche man Strecken (levels, in Cornwall) nennt, zu Anfange meiftens 2 Fufs weit und 6 Fufs hoch, die aber nach Umftänden häufig fehr erweitert

werden und von lothrecht hinabgehenden Aushöhlungen, Schächte (shafts) genannt, durchschnitten werden. Durch letztere führt man das in den Strecken losgearbeitete Erz zu Tage, so wie man mit Absenken eines Schachtes in der Regel einen Bergbau anfängt. Die Strecken werden von den Schächten aus betrieben, und sind durch Zwischenräume von 10 bis 30 Lachtern *) von einander getrennt; wenn sie eine Länge von 20 bis 100 Lachter erreicht haben, wird des Wetterwechsels und anderer Vortheile wegen ein zweiter Schacht abgeteuft, der alle Strecken eben so wie der erste durchsetzt; auch verbindet man nicht selten zwei Strecken durch einen Nebenschacht (*a wins* genannt), der nur von der einen zur nächstfolgenden geht. Baut ein Bergwerk auf mehrere Gänge, wie das häufig der Fall ist, so laufen in einerlei Tiefe gewöhnlich mehrere Strecken neben einander und es werden dann durch das feste Gestein (in Cornwall *Country* genannt) Verbindungsstrecken getrieben, unter dem Namen von *Querschlägen* (cross-cuts).

Gleich den Maulwürfen arbeitet der Bergmann in Cornwall nicht in Gesellschaft, sondern allein und in der Stille. Selten sieht man in einer Strecke mehr als 3 oder 4 Mann (Häuer), bei dem schwachen Schein eines Talglichtes, das gewöhnliche Geschäft des Bohrens und Losbrechens, mit wenig Getöse und in sehr eingeengtem Raume, betreiben. Selten hört ein Häuer den andern arbeiten, den Knall beim Sprengen ausgenommen; nur in der Nähe des Hauptschachtes hört

*) So ist hier durchgehends übersetzt was die englischen Bergleute *fathom* nennen, nämlich eine Länge von 6 englischen Fussen.

man ein beständiges Getöse von den übereinander stehenden Pumpen, dessen Einförmigkeit dann und wann durch das Rasseln der an die Wände anstossenden Förderungstonnen unterbrochen wird. Ueberall im Bergwerke herrscht Finsterniss, wo nicht das Licht des Bergmannes sie verscheucht, und in den Strecken, die oft so niedrig sind, dass man auf allen Vieren kriechen muss, hat der Staub und das aus den Ritzen tröpfelnde Wasser, Schmuz und Koth erzeugt. Durch Losbrechen des losen Gesteins und durch Absprengen des festen mit Pulver werden die Strecken erweitert. Jeder Bergmann hat ein Talglicht und zum Leuchter dient ihm ein Stück Letten, mittelst dessen er es an die Wand der Strecke anklebt; dazu kommen noch auf jeder Strecke ein oder zwei Jungen, welche die ausgebrochenen Erze auf Karren mit Rädern (*wheel barrows*, Hunde) herausschaffen, auf denen ebenfalls ein Licht, wie gewöhnlich unter Tage statt des Leuchters, mit einem Thonklumpen befestigt ist. Mehrmals unternimmt eine Gemeinschaft von Bergleuten (a pair genannt) die Arbeit in einer einzelnen Gallerie und theilt sich in 3 Theile, die einander alle 6 bis 8 Stunden ablösen, so dass die Arbeit ununterbrochen fortgeht, mit Ausnahme der Sonntage. Dennoch geht es mit dem Aushöhlen sehr langsam, oft ist die Arbeit einer ganzen Woche einer Mannschaft von 20 bis 30 Knappen auf ein, zwei oder drei Fuss und täglich nur auf einige Zolle beschränkt. In lokkeren Gängen und in Killas-Distrikten geht es etwas rascher, in andern aber nicht selten noch langsamer. Sehr selten hat der Gang die ganze Breite des Schachtes oder der Strecke, und oft ist das Gestein an beiden

Seiten auch lockerer Gänge sehr fest. Nie ifst oder schläft der Cornwaller Bergmann unter Tage; nach vollendeter Schicht geht er jedesmal nach Hause oft mehrere englische Meilen weit.

Nach Verschiedenheit der topographischen Verhältnisse der Oberfläche und je nachdem die Natur der Gebirgsart und der den Gang ausfüllenden Gang- und Erzarten, die Anzahl und Mächtigkeit der Gänge und ihre Durchkreuzung es mit sich bringt, ist die Menge des Tagewassers in Bergwerken sehr verschieden. Manche auf dem Gange oder quer durch das Feld getriebene Strecken sind völlig trocken, die mehrsten aber feucht. Gewöhnlich sickert das Wasser fast unmerklich aus dem Gange und aus den Wänden der Strecke; an dem Boden der Strecken sammelt es sich allmählig und die mehrsten derselben sind Hunderte von Fufs lang mit schmuzigem Wasser einige Zoll hoch, manchmal selbst einen Fufs hoch und höher bedeckt. Höchst selten dringen zusammenhängende Wasseradern oder Quellen aus dem Gange hervor, doch findet sich davon hier und da ein Beispiel. In den mehrsten Bergwerken ist strömendes Wasser vorhanden, indem das Tagewasser aus den oberen Strekken oder den verlassenen Theilen der Grube den Pumpen zufliefst. Während des Winters oder vielmehr im Frühling, einige Zeit nachdem die regnerische Jahreszeit vorbei ist, sind die Gruben am wasserreichsten; denn es bedarf einiger Zeit, bevor das Tagewasser bis zur beträchtlichen Tiefe hinabsinkt. Die Meinung des Bergmanns: *trockner Ostwind mache die Wässer wachsen*, ist nur in sofern richtig, als trockner Ostwind bei uns in der Regel im Frühling

eintritt, wenn das Regenwaſſer der vorhergehenden Monate Zeit gehabt hat, bis in die Tiefe der Bergwerke durch den Gang und das Gebirge hinabzuſikkern. In nicht tiefen Bergwerken iſt die Verſchiedenheit der Waſſermenge nach den Jahreszeiten und deren Feuchtigkeit am merkbarſten. Es iſt merkwürdig, daſs in einigen Bergwerken, in welchen Strecken unter dem Meere fortgetrieben ſind, weniger Waſſer von oben herabſickert, als in anderen. Dieſes war ſonſt in der Grube Huel Cock im Kirchſpiele St. Juſt zu bemerken und iſt noch jetzt in den Gruben Botallak und Little Bounds deſſelben Kirchſpiels wahrzunehmen.

Damit die Gruben-Arbeiten nicht unter Waſſer geſetzt werden, hebt man dieſes aus dem Sumpfe (*sump*) durch eine Reihe übereinanderſtehender Pumpen empor, zu deren Kaſten das Waſſer aus den oberen Teufen geleitet iſt. Sie werden alle mittelſt eines einzigen Schachtgeſtänges, an dem die Kolben hangen, in Bewegung geſetzt, und eine hebt der anderen das Waſſer zu, von dem Tiefſten bis zu dem Stollen (adit), durch den es alsdann mit ſanftem Fall bis zu Tage flieſst. Aus mehreren Korniſchen Bergwerken wird auf dieſe Art eine ſehr bedeutende Menge Waſſer herausgepumpt, z. B. in *Huel Abraham* alle 24 Stunden aus einer Tiefe von 1440 Fuſs ungefähr 2092320 Gallonen; in *Dolcoath* aus faſt gleicher Tiefe 535175 Gallonen, und in *Huel Vor* aus 950 Fuſs Tiefe 1692660 Gallonen.

Um von dem *Wetterwechſel* (Ventilation) in den Bergwerken einen deutlichen Begriff zu geben, muſs ich mich auf das Ergebniſs meiner weiterhin folgenden Beobachtungen über die Temperatur der Luft, des Waſſers und des Geſteins im Tiefſten der Bergwerke

beziehen. Ihnen zufolge beträgt die Temperatur am Boden unſerer tiefſten Gruben (z. B. Dolcoath und Huel Abraham) über 80° F. ($21\frac{1}{4}$° R.); in den etwas weniger als 1000 Fuſs tiefen, ſteigt ſie auf 70° F. ($16\frac{8}{9}$° R.) und ſelbſt in den nur 200 bis 400 Fuſs tiefen, übertrifft ſie die mittlere Temperatur des Klimas noch um 5 bis 6° F. ($2\frac{2}{9}$ bis $2\frac{2}{3}$° R.). Dieſe höhere Temperatur in der Grube muſs (wie ſie auch entſtehen möge) ein Anſteigen der wärmeren Luft, und um ſie zu erſetzen, ein Herabſinken der kälteren äuſseren Luft in den Schächten bewirken. Wie weit der Wetterwechſel in den Bergwerken reicht, hängt von mehreren Umſtänden ab, beſonders von ihrer Tiefe, der Anzahl ihrer Schächte, der mehreren oder minderen Verbindung zwiſchen ihren verſchiedenen Strecken, und auch von der Beſchaffenheit des *Windes* an der Oberfläche der Erde. Die erkältende Wirkung heftiger Winde iſt in wenig tiefen Bergwerken ſehr merkbar; und ſelbſt in den ſehr tiefen Bergwerken äuſsert die Stärke und Richtung des Windes einen bedeutenden Einfluſs auf den Wetterwechſel oder die Ventilation.

Hr. John Rule der jüngere, einer der Vorſteher der prachtvollen Bergwerke von Dolcoath, hat mir folgende Beobachtungen über dieſen Gegenſtand mitgetheilt. Einige Verſuche, die er mit in die Schächte hineingeworfenen Federn, Papierſtücken und Stroh über die Richtung des Luftzuges angeſtellt hat, lehrten ihn, daſs unter den 25 Hauptſchächten, welche insgeſammt auf dem Hauptgange ſtehen, 13 einen ſtarken Luftzug herabwärts und 12 einen nahe eben ſo ſtarken Luftzug heraufwärts beſaſsen, und einige

fehr ſtark, ſo daſs Federn um viele Fuſs ſchnell in ihm anſtiegen, andere ſchwächer. Dieſes iſt, ſo viel ich weiſs, der erſte Verſuch ſolcher Art. Aus der gemeinen Erfahrung weiſs man jedoch, daſs dieſer Luftzug ſich in den Bergwerken mit dem Winde an der Oberfläche der Erde verändert, daſs die Luft in Schächten, in welchen ſie zu gewiſſen Zeiten hinabbläſt, bei Veränderung des Windes aufwärts ſtrömt und umgekehrt. Auch von den Strecken (levels) unter Tage gilt etwas Aehnliches; nach Verſchiedenheit der Winde durchſtreicht ſie der Luftzug bald in einer, bald in der entgegengeſetzten Richtung zu verſchiedenen Zeiten. Auch die Stärke des Luftzuges unter Tage hängt von der Stärke des Windes über Tage ab; bläſt er heftig, ſo iſt auch der Luftzug unter Tage ſtark, und umgekehrt. Wo Strecken durch Schächte oder Querſchläge, oder wo zwei Schächte durch eine Strecke mit einander verbunden ſind, fehlt es uns unter Tage, ſelbſt im Tiefſten nie an guten Wettern, und der Luftzug iſt da im Tiefſten wohl ſo ſtark, daſs er ein Licht ausbläſt. Nur wo Strecken bedeutend weit von einem Schachte fortgetrieben oder Schächte bedeutend tief unter die Strecken abgeſunken ſind, ohne irgendwo anders durchſchlägig zu ſeyn, fehlt es an guter Luft, und in dieſen Fällen müſſen wir häufig zu künſtlichen Wettermaſchinen unſere Zuflucht nehmen, um ſolche Strecken und Abſenkungen mit guter Luft zu verſehen. So bedeutend daher auch der Luftzug in den Schächten und mehr offenen Strecken iſt, ſo läſst ſich doch in dem gröſsten Theil der Strecken gar kein Wetterwechſel oder nur ein ſehr ſchwacher wahrnehmen, nämlich in allen, welche bloſs an einem Ende mit ei-

nem Schachte oder durch einen Querſchlag mit einer andern Strecke in Verbindung ſtehen (und ſo ſind die meiſten Strecken, worin gearbeitet wird, beſchaffen); in einiger Entfernung von ihrem offenen Ende hört der Luftzug auf, und iſt auch in der That keiner möglich. Mehrere Strecken, die einige hundert Fuſs lang ſind, haben keinen andern Ausgang als in den Schacht. Daſs man in den Bergwerken ſich keiner Laternen bedient, iſt der beſte Beweis von der allgemeinen Stille der Luft in ihnen. Beim Beſuche dieſer Regionen der Finſterniſs iſt mir das Licht nur höchſtens ein- oder zweimal ausgeblaſen worden.“ So weit Hr. John Rule.

Dr. Forbes läſst nun auf dieſe Einleitung die Journäle ſeiner Thermometerbeobachtungen folgen, welche er in 6 verſchiedenen Bergwerken angeſtellt hat. Für unſern Zweck genügen die mittleren Reſultate der Beobachtungen, wie ſie von ihm im erſten Theile der folgenden Tafel zuſammengeſtellt ſind. In dem zweiten Theile der Tafel findet man eine Ueberſicht über den Betrieb und die Beſchaffenheit jedes der 6 Bergwerke, nach dem, was Dr. Forbes darüber angiebt.

Die mit *L* bezeichneten Spalten enthalten die Temperaturen der *Luft*, und die mit *W* bezeichneten, die Temperaturen des *Waſſers*.

I. Temperaturen nach Fahrenheitscher Scale in Tiefen von englischen Fussen.	Huel Neptune Kupf. Gr. in Killas. (a)		Botallak Zinn und Kupf. Gr. (b)		Little Bounds ZinnGr. in Killas und Granit. (c)		Ding-Dong Zinn Grube in Granit.		Huel Vor Zinn Gr. in Killas.		Dolcoath Kupfer Grube in Granit.		Huel Abraham Kupfer Grube in Killas. (e)	Mittel.	
	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.	L.	W.		L.	W.
von 120 bis 150	57	—	59	57	—	—	55	—	—	—	—	—		57	57
150 — 200	56	—	60	58	54	54	—	—	—	—	—	—		57	56
200 — 250	56	—	61	—	57	55	—	—	60	57	—	—		58	56
250 — 300	56	55	61	59	57	59	—	—	—	—	60	—		58	58
300 — 350	58	54	—	—	55	55	—	—	—	—	—	—		57	55
350 — 400	—	57	66	62	—	—	55	—	—	—	—	—		60	59
400 — 450	60	—	66	—	—	—	56	54	—	—	—	—		61	54
450 — 500	—	—	—	—	—	—	60	59	—	—	—	—		60	59
500 — 550	67	67	68	68	—	—	—	—	61	60	64	—		65	65
550 — 600	—	—	—	—	—	—	63	63	—	—	—	—		63	63
600 — 650	—	—	—	—	—	—	62	63	61	63	—	—		62	63
650 — 700	—	—	—	—	—	—	64	64	65	64	—	—		65	64
700 — 750	—	—	—	—	—	—	—	—	67	65	—	—		67	65
750 — 800	—	—	—	—	—	—	—	—	68	68	—	—		68	68
800 — 850	—	—	—	—	—	—	—	—	66	66	—	—		66	66
850 — 900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68	—	—		(d)	68
900 — 950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	62	—		62	71
950 — 1150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	66		70	66
1150 — 1260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71	71		71	71
1260 — 1350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76	74		76	74
1350 — 1100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	79		83	79

II. Uebersicht der Beschaffenheit und des Haushaltes dieser Bergwerke.	Huel Neptune.	Botallak.	Little Bounds.	Ding-Dong.	Huel Vor.	Dolcoath.	Huel Abraham.
Ungefähre Höhe über dem Spiegel des Meeres in engl. Fuss	200	40	72	—	300	—	
Tiefe der Gruben zur Zeit der Beobacht.	550′	570′	504′	606′	948′	1586′	1440′
Zahl der Arbeiter unter Tage	120	150	25	120	548	800	560
Monatlicher Verbrauch von Lichten	1200 ℔	1200 ℔	48 ℔	900 ℔	3000 ℔	6000 ℔	4800 ℔
Monatlicher Verbrauch an Schiesspulver	250 ℔	600 ℔	60 ℔	500 ℔	3500 ℔	2600 ℔	1500 ℔
Gallonen Wasser täglich herausgehoben	216000	57600	69000	50000	1692660	535173	2092320
Temperatur dieses Wassers auf dem Stollen	60° (*f*)	62°	55½°	61°	67°	{72° / 64°}	71°
Zahl der Jahre während das Bergwerk im Betrieb ist	11	17	30	8	12	20	—

(*a*) *Killas* ist ein Mittelgestein zwischen Glimmer- und Thonschiefer, und in Cornwall die hauptsächlichste Lagerstätte der Erze.

(*b*) Der ganze Bergbau in der Grube Botallak wird unter dem Spiegel des Meeres und ein bedeutender Theil unmittelbar unter dem Bette desselben betrieben.

(*c*) In den letzten Jahren ist in Little Bounds sehr wenig gearbeitet worden.

(*d*) Hier war ein bedeutender Luftzug.

(*e*) Dr. Forbes hat die Temperaturen dieser Grube nicht angegeben, da dieselben schon von Hr. Thomas Lean im Juni und December 1815 beobachtet und in Tillochs philosoph. Mag. 1818 (Bd. 53. S. 204.) bekannt gemacht sind, er führt nur an, sich auf Hrn. Lean berufend, dass, im Mai 1822, in der tiefsten Strecke 1440 Fuss unter der Oberfläche, die Temperatur 90° f. betragen habe.

(*f*) 72° im östlichen und 64° im westlichen Theile des Bergwerkes, beide im Jahre 1822 beobachtet, als das Bergwerk 1428 Fuss tief war.

Dr. Forbes kommt nun zu dem zweiten Theil ſeiner Abhandlung, welcher dem Erörtern des Einfluſſes beſtimmt iſt, den fremde äuſsere Quellen (extraneous Sources) auf die Temperatur in der Tiefe der Bergwerke haben können. Er bemerkt, daſs dieſe Quellen insgeſammt mittelbare oder unmittelbare Folgen der Gegenwart der Bergleute in den Gruben ſind. Zu den unmittelbaren Urſachen rechnet er 1) die thieriſche Wärme, 2) das Brennen der Lichter, 3) das Sprengen mit Schieſspulver, 4) das Reiben und Schlagen; als eine mittelbare Urſache aber betrachtet er die Verlängerung der Luftſäule bei tieferem Abteufen der Gruben.

Faſt alle dieſe fremden äuſseren Quellen von Wärme finden ſich vor Ort, an den äuſserſten Enden der Strecken, und da in dieſen nur ein höchſt ſchwacher Wetterwechſel Statt findet, und ihre Wände ſehr ſchlechte Wärmeleiter, dabei aber luftdicht ſind, ſo kann die Wärme, aus welcher Urſache ſie auch entſtehe, in ihnen nur ſehr langſam zerſtreut werden.

Auch das Waſſer muſs, weil es aus dem Gange in dem Zuſtande äuſserſter Zertheilung hinein ſickert, dieſe Wärme annehmen und behalten, und ohne Zweifel in manchen Fällen den unteren Strecken zuführen, indem es durch die Zwiſchenräume poröſer Gänge durchſickert. Da die Gasarten, welche ſich beim Entzünden des Schieſspulvers bilden, ſpecifiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft ſind, ſo laſſen ſie ſich auf ähnliche Art als Zubringer höherer Temperatur in die Tiefe anſehen.

Beim Verbrennen von 1 Pfund Talglichte wird ſo viel Wärme frei, folgert Dr. Forbes aus den Verſu-

chen des Grafen Rumford und Daltons, daſs ſie 1872 Gallonen Waſſer um 1° F. zu erwärmen vermag; und nimmt man an, daſs beim Entzünden von Schieſspulver eben ſo viel Wärme frei werde, als beim Verbrennen eines gleichen Gewichtes Kohle, ſo würde ſie, Crawford's und Dalton's Verſuchen gemäſs, 980 Gallonen Waſſer um 1° F. erwärmen können. Was die Wärme-Erzeugung durch Reiben und Schlagen betrifft, ſo bringt Dr. F. mit Uebergehung der durch Reiben der Kolben in den Pumpenröhren, durch das Arbeiten mit der Keilhaue u. ſ. w. hervorgebrachten, bloſs die in Anſchlag, welche durch das bergmänniſche Bohren der Schieſslöcher zum Sprengen erzeugt wird, und da er kein Mittel abſieht ſie einigermaſsen zu ſchätzen, ſo ſetzt er, 4 Bohrer, die 24 Stunden lang im Gange ſind, machen ſo viel Wärme frei, als 1 Pfund Talglichte beim Verbrennen. Dieſer Schätzung zufolge würden 16 Pfund Schieſspulver, die in der Grube verbraucht werden, der Wirkung von einem Pfunde verbrannten Talges gleich kommen. Was das Athmen betrifft, ſo ſchätzt Dr. F., da die ausgeathmete Luft nicht ganz die Blutwärme hat, die Temperatur der Luft in den Gruben aber bedeutend höher iſt, als die mittlere des Ortes, daſs die Temperatur der vom Bergmann ausgeathmeten Luft nur um 30° F. erhöht ſey, und daſs daher ein Bergmann durch das Athmen in 24 Stunden 19980 Kubikfuſs Luft um 1° F. erwärme, welches mit dem Erwärmen von 48 Gallonen Waſſer um 1° F. auf eins hinauskomme. Dazu läſst ſich noch ein Zwanzigſtel für die Wärmeerzeugung an der Haut hinzuſetzen. Daſs die Verminderung der Wärmecapacität der Luft

bei Verdichtung derselben, an der Wärme in den Gruben Antheil habe, glaubt Dr. F., sey noch von Niemand erwogen worden. Beim Ansteigen in der Luft um 300 Fuſs nimmt die Temperatur um 1° F. ab; das Umgekehrte muſs folglich beim Hinabsteigen Statt finden. Weil indeſs aus Mangel an Luftzug die auf diese Art entstehende gröſsere Wärme sich schwer mittheilt, so rechnet Dr. F. nur, daſs beim Hinabsteigen von 600 Fuſs die Temperatur im ganzen Bergwerke um 1° F. wachse.

Berechnet man nun nach diesen Datis für ein einzelnes Bergwerk, wie viel Wasser von der mittleren Temperatur von 52° F. bis 67° F., also um 15° F. den Monat hindurch, erwärmt werden würde durch diese einzelnen Ursachen, so findet sich z. B. für das Bergwerk Huel Vor Folgendes:

3000 Pfd Talglichte (125 Gallonen pr. Pfd) . .	375000	Gallonen
3500 Pfd Schieſspulver (63 Gallon. pr. Pfd) . .	220500	- -
Reiben und Schlagen	27340	- -
Beständig unter Tag arbeitende 180 Mann	18140	- -
Giebt für den Monat	640980	

Dieses ist wenig mehr als $\frac{1}{8}$ der angehobenen Wassermenge, welche auf dem Stollen mit einer Temperatur von 67° monatlich ausgegossen wird (1692660 Gallonen). Dabei hat Dr. F. die $1\frac{1}{2}$ Grad Wärme nicht mit in Anschlag gebracht, welche, seiner Schätzung zufolge, der Verlängerung der Luftsäule bis in das Tiefste entsprechen, weil wahrscheinlich bei dem Anheben des Wassers bis zur Stollensohle etwas Wärme verloren geht.

„Vielleicht bedarf es einer Entschuldigung, sagt er, daſs ich mich auf so vage und fast willkührliche

Berechnungen einlaſſe; ich wünſchte aber theils etwas Beſſeres zu veranlaſſen, theils doch irgend eine Grundlage zu meinen ferneren Schlüſſen zu haben; und mögen auch einige dieſer Berechnungen irrig ſeyn, immer doch erhellt aus ihnen, daſs alle künſtlichen äuſseren Quellen von Wärme in Bergwerken unzureichend ſind, um aus ihnen die Wärme, welche das Thermometer in der Tiefe der Gruben nachweiſt, zu erklären. Daraus aber folgt unmittelbar, daſs die natürliche Wärme der Erde in den Cornwaller Gruben, in den erwähnten Tiefen, die mittlere Temperatur des Klimas bedeutend übertreffen müſſe."

Auf dieſen Schluſs führen gleichfalls mehrere in Bergwerken wahrgenommene Thatſachen, vor allen die hohe Temperatur groſser Waſſermaſſen in verlaſſenen Gruben oder in verlaſſenen Theilen eines Bergwerkes, für welche es unmöglich iſt, irgend eine andere Urſache zu erdenken, als die eigenthümliche Wärme der ſteinigen Wände der Höhlung, in welcher das Waſſer ſtand. Und die Temperatur dieſer Wände läſst ſich wiederum von keiner anderen Urſache ableiten, als von der natürlichen höheren Temperatur des Erdkörpers in gewiſſen Tiefen. Ein Beiſpiel dieſer Art zeigt die Grube Botallack, indem ſich in ihr eine groſse iſolirte Waſſermaſſe von 62° F. in einer Tiefe von ungefähr 400 Fuſs unter der Oberfläche findet. Und ein noch auffallenderes Beiſpiel kommt in den Details von der zweiten unter dem Meere befindlichen Grube Little Bounds vor. Sie war früher bis zu einer Tiefe von 500 Fuſs aufgeſchloſſen, in den letzten Jahren aber nur ſehr ſchwach betrieben worden. Das Gruben-Waſſer ſteht jetzt in ihr nicht ganz 40

Lachter unter dem Stollen, über welche Höhe die Pumpen es nicht anwachsen lassen, und füllt also die ganze Tiefe von 300 bis 500 Fuſs unter der Oberfläche an, in einer vielleicht halb so langen horizontalen Ausdehnung. Dieses Wasser hatte, wie die Pumpen es ausgieſsen, im J. 1822 eine Temperatur von 56½° F. Daſs die tägliche Gegenwart von einem halben Dutzend Bergleuten und das tägliche Verbrennen von ein Paar Pfund Lichten und etwas Schieſspulver keine merkliche Temperaturerhöhung in einer so ausgedehnten Wassermasse hervorzubringen vermöge, fällt in die Augen. Hier ist also der Schluſs unwiderleglich. Die Temperatur des Wassers in den verlassenen Gruben *Huel Boy* und *Huel Fortune* haben Dr. Davy und ich 55° F. gefunden.

Indem wir indeſs dem Schlusse uns nicht entziehen, daſs alle uns bis jetzt bekannten äuſseren fremden Quellen der Temperatur in den Bergwerken unzureichend sind, den in ihnen und dem herausgepumpten Wasser gefundenen Grad von Wärme zu erklären — müssen wir doch zugleich zugeben, daſs diese fremden Quellen einen bedeutenden Einfluſs im Modificiren der Temperaturen äuſsern, die in verschiedenen Theilen der Gruben gefunden worden sind. Beweise davon finden sich fast auf jeder Seite meines Beobachtungs-Journals. Man darf daher diesen Einfluſs bei neuen Beobachtungen über die Temperatur in Bergwerken und bei Folgerungen aus den schon gemachten, nicht auſser Acht verlieren.

Es ist sehr viel leichter, die Thatsache: daſs die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, darzuthun, als die Zunahme genau zu bestimmen. Dieses ist ausneh-

mend schwierig, weil sich unmöglich mit irgend einer Genauigkeit bestimmen läſst, 1) um wie viel die Temperatur in einem Bergwerke durch fremde Ursache erhöht wird, und 2) wie das Streben der erwärmten Luft, anzusteigen, und das des Wassers, vielleicht auch des Gases aus dem Schieſspulver, herabzusinken, dazu beiträgt, die Temperatur eines Theiles des Bergwerkes einem andern mitzutheilen; und 3) wodurch die Beobachtungen, die in gleichen Tiefen verschiedener, ja desselben Bergwerkes unter anscheinend gleichen Umständen gemacht werden, so groſse Verschiedenheiten in der Temperatur zeigen. (Vielleicht eine Folge der beiden vorigen Ursachen). Finden sich indeſs auch auf jeder Seite des Beobachtungs-Journals Beweise der Schwierigkeit, die wahre Temperatur für bestimmte Tiefen anzugeben, so beweisen sie doch unwidersprechlich, erinnert Hr. Dr. Forbes, die fortschreitende Zunahme der Temperatur mit der Tiefe. und hiefür giebt uns noch einen Beweis, vielleicht den bündigsten und schlagendsten unter allen, die Temperatur der Wasser der Pumpen, wie sie in derselben Grube zu verschiedenen Zeiten (also bei verschiedenen Tiefen) beobachtet worden ist. Folgende Versuche sind die einzigen, welche bisher gemacht wurden. In Huel Neptune betrug die Temperatur des Wassers der Pumpen im J. 1819, als die Grube 540 Fuſs tief war, 60° F., im J. 1822 aber, als sie 750 Fuſs Tiefe hatte, 62° F. Und in der Grube Botallack im Jahre 1819 bei 510 Fuſs Tiefe 62° F., im Jahre 1822 aber bei 670 Fuſs Tiefe 67° F. In der Zwischenzeit hatte keine andere wesentliche Veränderung in der Beschaffenheit beider Gruben Statt gefunden, der

sich die Vergröfserung der Temperatur hätte zuschreiben lassen, als die nicht unbedeutende Zunahme an Tiefe.

II. Beobachtungen und Folgerungen aus ihnen, dargestellt nach drei verschiedenen Aufsätzen, von R. W. Fox in Cornwall.

1. Die folgende Tafel ist eine Kopie von der, welche die Hauptsache in Hrn. Fox erster Mittheilung über diesen Gegenstand an die Cornwaller Geologische Gesellschaft (Transact. t. 2. p. 14.) ausmacht, nur etwas in der Anordnung verändert, um in das Octav-Format zu passen. Sie zeigt auf einem Blicke die Resultate der in 6 verschiedenen Gruben angestellten Thermometer-Beobachtungen. Die Temperaturen des Wassers in den Gruben sind mit * bezeichnet; die Temperaturen der Luft sind ohne Beizeichen. Nach R. Thomas's Aufnahme des Hauptgruben-Districtes der Grafschaft Cornwall, entsprechen *dem Niveau des Meeres* ungefähr folgende Tiefen in den Gruben: *Dolcoath* 62 Lachter; *Cooks Kitchen* 59 Lachter; *Tincroft* ungefähr 59 Lachter; *United Mines* 51 Lachter. Die drei ersten sind in Thonschiefer und darunter liegenden Granit abgeteuft, die vierte in einem Thonschiefer, welcher große Massen Porphyr enthält.

In Tiefen v. der Oberfläche der Erden angerechnet,	Beobachtete Temperaturen nach Fahrenheits Scale in den Cornwaller Gruben.					
	Huel-Abraham.		Dolcoath.	Cooks Kitchen.	Tincroft.	United Mine.
nach Fathoms.	im Juni 1815.	im Dec. 1815.	im Oct. 1815.	im Mai 1819.	im Mai 1819.	im Mai 1819.
von 5 bis 10	{58°,5 / 64,5}	{49,5 / 51,5}	- -	- -	- -	58°
15 — 25	64	56,5	- -	- -	- -	- -
25 — 30	- -	- -	- -	49,5	52,5	- -
35 — 45	- -	60,5	- -	- -	- -	- -
40 — 50	- -	- -	- -	- -	- -	55,5
45 — 50	- -	- -	61,5	- -	- -	- -
45 — 55	- -	62,5	- -	54,5	- -	- -
50 — 60	- -	- -	- -	- -	51,5	- -
55 — 65	66,5	63	- -	- -	- -	- -
60 — 70	- -	- -	- -	- -	- -	67,5
65 — 75	- -	- -	62	56,6	- -	- -
70 — 75	- -	- -	- -	- -	53,5	- -
75 — 85	67,5	63,5	- -	- -	- -	- -
90 — 95	- -	- -	- -	56,5	55,5	- -
95 — 105	68	{65,5 / 63,5*}	- -	- -	- -	- -
105 — 110	- -	- -	- -	61,5	- -	- -
105 — 115	- -	{67,5 / 64,5*}	- -	- -	- -	- -
110 — 115	- -	- -	- -	- -	61,5	- -
115 — 125	68,5	{69,5 / 67,5*}	- -	- -	- -	- -
125 — 130	- -	- -	- -	62,5	{61,5 / 58,5*}	- -
125 — 135	- -	71	- -	- -	- -	- -
130 — 140	- -	- -	- -	- -	- -	69,5
135 — 145	69	{71 / 73*}	- -	- -	- -	- -
145 — 150	- -	- -	- -	63,5	- -	- -
145 — 155	- -	73,5	- -	- -	- -	67,5
155 — 160	- -	- -	- -	- -	- -	- -
155 — 165	70	{69,5 / 73,5*}	- -	- -	- -	- -
160 — 170	- -	- -	- -	- -	- -	{72,5 / 73,5*}
165 — 170	- -	- -	- -	63,5	- -	- -
165 — 175	- -	70,5	70	- -	- -	- -
175 — 185	72,5	{73,5 / 74*}	71	- -	- -	- -
185 — 190	- -	- -	- -	{68,5 / 67,5*}	- -	- -
185 — 195	79,5	{73,5 / 74*}	- -	- -	- -	- -
190 — 200	- -	- -	73,5	- -	- -	- -
195 — 205	- -	{78,5 / 79*}	- -	- -	- -	- -
225 — 230	- -	- -	{79,5 / 81,5*}	- -	- -	- -

Daſs die Temperatur bei gleichen Tiefen in den beiden Gruben *Cook's Kitchen* und *Tincroft* geringer als in den andern Gruben war, erklärt ſich Hr. Fox daraus, daſs die tiefſten Strecken (*the bottom levels*) in beiden eine geraume Zeit lang mit Waſſer angefüllt geweſen war, welches ſich ohne Zweifel zum Theil von oben dahin gezogen hatte, wodurch nicht bloſs die Temperatur des Waſſers, ſondern auch die der Luft in beiden Bergwerken verändert werden muſste. Zwar ſtand auch in dem Bergwerke *United Mines* etwas Waſſer zur Zeit als die Beobachtung gemacht wurde, blieb aber darin, wie er glaubt, zu kurze Zeit, um auf die Temperatur der Grube im Allgemeinen Einfluſs zu haben. *Dolcoath* und *Huel Abraham* waren frei von Waſſer im Tiefſten, und die Tafel zeigt, daſs in ihnen die Temperatur in gleicher Tiefe nur ſehr wenig verſchieden war, und wenige Ausnahmen abgerechnet, welche wahrſcheinlich ihren Grund in Oertlichkeiten hatten, fortſchreitend mit der Tiefe zunahm, ſelbſt bis in die gröſste Tiefe hinab, zu der ſie bis jetzt abgeſunken ſind.

Ohne mich, „ſagt Hr. Fox" auf Speculationen über die Urſache, welche die innere Wärme der Bergwerke erzeugt und wie weit dieſe Wärme reicht, einzulaſſen, bemerke ich nur, daſs es mir wahrſcheinlich dünkt, daſs das Aufſteigen warmer Dünſte (*The ascent of warm vapour*) die wahrgenommene höhere Temperatur in den Bergwerken hervorbringe, und die Wirkung mehr oder minder bedeutend ſey, je nachdem die Dünſte einen leichteren oder ſchwierigeren Durchgang aufwärts finden." Und dieſes werde, glaubt Hr. Fox, durch die Thatſache, daſs Waſſer, welches

us bedeutenden metallischen Adern fliefst, in der Re-
gel sich am meisten durch seine Wärme auszeichnet,
noch mehr bestätigt.

2. In seinem *zweiten* Auffatze (Transact. t. 2. p. 19)
stellt Hr. Fox die Beobachtungen, welche er in ver-
schiedenen Gruben über die Temperatur *in oder na-
he bei Erzgängen* angestellt hat, in einer Tafel zusam-
men. Die grofsen Buchstaben bezeichnen die Gebirgsart,
welche der Erzführende Gang in sich schliefst, nämlich:
Gr. Granit, *Th.sch.* Thonschiefer, *Pr.* Porphyr. In
den Spalten der Tabelle einzeln stehend gelten sie für
alle folgenden Beobachtungen bis zur nächsten Rubrik.
Ferner bedeutet *Kpf.Gg* in den Ueberschriften: eine
Grube in einem Bergwerke, worin auf Kupfer gebaut
wird, und *Z.Gg* in einem Zinnbergwerke. Die Tem-
peratur des Wassers ist wieder mit *, und die der Er-
de mit † bezeichnet; die der Luft aber ohne Zeichen.
Bei mehreren dieser Beobachtungen war das Thermo-
meter 6 bis 8 Zoll tief in den Erzgang oder in das an-
stehende Gestein versenkt und die Höhlung mit Erde
rings um das Instrument ausgefüllt worden, um zu
verhüten, dafs die Luft einen Zugang zu demsel-
ben habe.

Beobachtete Temperaturen in den Erzgängen der Cornwaller Gruben.

Tiefen unter der Oberfläche in Fathoms.	Dolcoath Kpf. Gg. Dec. 1819.	United Mines Kpf. Gg. April 1819.	Treskerby Kpf. Gg. Dec. 1819.	Huel Squire Kpf. Gg. Sept. 1820.	Ting-Tang Kpf. Gg. Sept. 1820.	Huel Gorland Kpf. Gg. Sept. 1820.	Huel Damsel Kpf. Gg. Sept. 1820.	Chacewater K. und Z. Sept. 1820.	Huel Unity Z. Gg. Aug. 1820.	Huel Vor Z. Gg. Nov. 1819.
	Th. sch.	Th. sch.	Gran.	Th. sch.	Th. sch.	Gran.	Gran.	Th. sch.	Th. sch.	Th. sch.
1 bis 10	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	52° + *
20 — 30	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	61*
30 — 40	- -	56° +	- -	- -	62°	- -	- -	61°	- -	- -
40 — 50	58° +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
50 — 60	- -	63°	- -	- -	- -	- -	61°	- -	- -	- -
60 — 70	- -	64°	- -	- -	- -	- -	61	Gran.	66°	- -
70 — 80	- -	- -	- -	67°	64 +	62 +	66	70	- -	- -
80 — 90	- -	65°	- -	- -	- -	- -	69	T. 78	66 +	63*
90 — 100	66° +	- -	67° +	72 +	- -	- -	70	P. 82 +	- -	- -
100 — 110	- -	- -	70° +	72	68 +	68 +	70	- -	- -	64*
110 — 120	- -	- -	72°	{ 72, 68* }	- -	- -	70	- -	- -	66*
120 — 130	63° +	- -	76	- -	- -	- -	70	- -	- -	70*
130 — 140	- -	67*	76*	- -	- -	- -	73	- -	- -	{ 69*, 72 }
140 — 150	- -	- -	- -	- -	- -	- -	70 +	- -	- -	- -
150 — 160	- -	75° +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
170 — 180	- -	76*	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
180 — 190	Gran.	87 +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
190 — 200	64° +	88 +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
220 — 230	78 +	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
230 — 240	82*	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

An den Stellen der beiden anomalen Temperaturen der Erde in der Grube Dolcoath (90 bis 100 und 190 bis 200 Faden Tiefe) herrschte ein starker Luftzug.

Eine dritte Tafel, welche die Resultate einiger Versuche darstellt, die er in Strecken und Schächten einiger dieser Gruben, entfernt von allen erzführenden Gängen erhalten hat, fand Hr. Fox für den Druck zu groſs und mannigfaltig. Daher begnügte er sich, nur einige der in ihnen enthaltenen Beobachtungen mitzutheilen. „Sie reichen, meint er, völlig hin, um darzuthun, daſs die Temperatur in einerlei Tiefen, an Orten, wo man von allen Erzgängen entfernt ist, ein Mittel nahe an 3° F. niedriger ist, als sie sich in den erzführenden Gängen zufolge der vorstehenden Tafel ergeben hat."

„An der Temperatur in unsern Bergwerken haben" sagt Hr. F., „mancherlei örtliche und zufällige Ursachen Antheil. Das Brennen der Lampen oder Lichte, das Sprengen mit Pulver, äuſsern ohne Zweifel einigen Einfluſs auf Erhöhung der Wärme; eben dahin muſs die Gegenwart der Bergleute wirken, obschon wahrscheinlich in niederem Grade, da im Tiefsten tiefer Bergwerke die Temperatur der nahe kommt, welche dem menschlichen Körper eigen ist. Ueberdieſs müssen der warme Dunst und die warme Luft, welche von dem Grunde (bottom) der Bergwerke immerfort aufsteigen, die Temperatur in den oberen Höhen ihrer relativen Lage gemäſs in gröſserem oder geringerem Grade erhöhen. Auf der andern Seite aber wird die Wärme in der Tiefe unstreitig nicht unbedeutend vermindert durch die Luft, welche beim freiwilligen Wetterwechsel immerfort durch das Bergwerk strömt, oder durch Wettermaschinen zum Behuf der Bergleute hinein getrieben wird, so

wie auch durch das Tagewaſſer, das durch Klüfte und Adern ſeinen Weg bis in das Tiefſte findet."

„In wieweit dieſe entgegengeſetzten Urſachen einander das Gleichgewicht halten mögen, iſt nicht leicht auszumachen; in ihnen ſcheint jedoch der Grund zu liegen, warum den in der Tafel aufgeführten Reſultaten eine völlige Uebereinſtimmung mangelt. Aus dieſen Gründen und weil man ſich an der Sohle (bottom) des Bergwerkes an noch unaufgetragenem und undurchwühltem Boden befindet, darf man ſich auf Beobachtungen der Temperatur in dem Tiefſten von Bergwerken mehrentheils verlaſſen. Es giebt aber Fälle, in welchen ſich nicht annehmen läſst, daſs die hier beobachtete Wärme von zufälligen Umſtänden herrühre. So z. B. kommt im Tiefſten der Grube Dolcoath ein ſtarker Strom Waſſer aus einem der Gänge mit einer Temperatur von 82° F. hervor, indeſs die Luft nahe bei derſelben Stelle in der Regel 1° oder 2° F. Wärme weniger hat. Von dieſer Art giebt es noch mehrere Beiſpiele. Die Kenntniſs des auffallendſten verdanke ich dem Kapitain Hosken. In der Grube *United Mines* hatte die Dampfmaſchine Schaden genommen und während ſie ſtille ſtand, war das Waſſer bis 190 Faden Tiefe unter Tage angeſtiegen und hatte zwei Tage lang in dieſer Höhe verweilt. Unmittelbar, nachdem das Waſſer wieder herausgepumpt worden war, beobachtete er die Temperatur in dieſer Tiefe, noch ehe die Bergleute ihre Arbeit wieder angefangen hatten. Sie fand ſich $87\frac{1}{2}$° F. in 190 und 88° F. in 200 Faden Tiefe, und da er nach einigen Tagen, als die Arbeit an dieſer Stelle wieder in

Jmtrieb war, die Beobachtung wiederholte, fand er ie Temperatur eher niedriger als höher."

Noch verdient es Bemerkung, daſs die Hauptar- eiten nicht in dem Tieſſten der Gruben betrieben zu rerden pflegen, ſondern daſs häufig mehrere Berg- ente in 20 oder 30 Faden Höhe über dem Tieſſten, ls in dem Tieſſten ſelbſt, in Arbeit ſind. Wenn olglich die Zunahme der Temperatur in der Tie- e lediglich eine Wirkung von zufälligen Urſachen räre, ſo müſste ſie da am gröſsten ſeyn, wo dieſe Jrſachen am thätigſten wirkten. Die in den Ta- eln mitgetheilten Beobachtungen beweiſen aber, daſs, ei aller möglichen Verſchiedenheit dieſes Einfluſſes ufälliger Urſachen in verſchiedenen Theilen eines Bergwerkes, die Temperatur doch ſtets mit der Tiefe unimmt. Um die Meinung zu widerlegen, das Grubenwaſſer verdanke dem Erzgange, durch den es lieſst, ſeine Temperatur, hat Hr. Fox folgenden Verſuch mit Waſſer aus dem tiefſten Theile der Gru- e Dolcoath, das unmittelbar aus dem Kupfergange erauskam, angeſtellt. Wenn dieſes Waſſer ſeine Temperatur wirklich dem Umſtande verdankte, daſs s durch den Erzgang flieſst, ſo müſste es mit metalli- chen Salzen ſtark geſchwängert ſeyn; aber er erhielt eim Abdampfen von $\frac{1}{4}$ Pinte deſſelben nur $\frac{1}{2}$ Gran fe- ten Rückſtand, welcher aus Schwefelſäure und et- vas Eiſenoxyd und Kalk beſtand. In dem Gruben- vaſſer aus 200 Faden Tiefe einer von allen Erzgängen ntfernten Strecke deſſelben Bergwerkes, fand er mehr on denſelben Beſtandtheilen. Waſſer von 82° Wär- ne aus dem Tieſſten der Grube *United Mines* ent- ält in $\frac{1}{4}$ Pinte 6 Gran ſalzſauren Kalk; Waſſer aus

dem Tiefſten der Grube Treskerby, nur ſehr wenig ſchwefelſaures Eiſen und eine Spur von Salzſäure; und Waſſer aus dem Tiefſten des Bergwerkes *Ting-Tang* ſehr wenig ſalzſauren Kalk.

Am Schluſſe dieſes, theilt Hr. Fox noch eine ſehr wichtige Beobachtung mit, auf die er indeſs p. 421 wieder zurückkommt.

3) Hrn. Fox's *dritte* Mittheilung an die Cornwaller Geologiſche Geſellſchaft über dieſen Gegenſtand, hält Thatſachen und Beobachtungen, welche einen wichtigen Zuſatz zu den vorhergehenden bilden, lieſen aber zu ſpät ein, um noch in dem zweiten Bande ihrer Verhandlungen eingerückt zu werden. Man findet ſie indeſs vollſtändig in den Annals of philosophy. Dec. 1822. und aus dieſer Quelle iſt die freie Bearbeitung des Folgenden entlehnt. Ich fahre fort, ſo beginnt Hr. Fox, bei der Aufmerkſamkeit, welche die in der Tiefe der Bergwerke herrſchende hohe Temperatur allgemein erregt hat, die neuen Beobachtungen mitzutheilen, welche ich ſeit meiner letzten Mittheilung gemacht habe. Folgendes ſind die Temperaturen des Waſſers im Sumpfe (Sump, Tiefſten) einiger Bergwerke, wie ich ſie gefunden habe:

Kupfergrube *South Huel Towan* im Kirchſpiel St. *Agnes* 45 Lachter tief, 60° F.; dieſe Temperatur läſst ſich alſo für die mittlere der Waſſeradern nehmen, welche durch die tiefſten Strecken, in die Ciſternen rinnen. Nur zwei Mann ſind zu gleicher Zeit in dieſem Theile der Grube in Arbeit (überhaupt täglich 6 Mann).

East Liscomb, eine Kupfergrube in ***Devonshire***, tief 82 Lachter; Temperatur des Waſſers in den Ciſternen: 64° F.

Huel Unity-Wood, im Kirchſpiel *Gwennap*, tief 86 Lachter; Temperatur des Waſſers 64° F. Im Tiefſten arbeiten beſtändig 4 Mann.

Beer Alston, Bleigrube in *Devonshire*, 120 Lachter tief, Temperatur des Waſſers 66½° F. — In den beiden 144 Lachter tiefen Kunſtſchächten des Zinn- und Kupfer-Bergwerks *Poldice*, im Kirchſpiel *Gwennap*, war die Temperatur des Waſſers in einem 78°, in dem andern 80°. Im Tiefſten des erſteren arbeiten beſtändig 8 Mann, in dem des letzteren 2 Mann. — In den beiden 150 Lachter tiefen Kunſtſchächten der *Consolidirten Kupferminen* im Kirchſpiel *Gwennap*. Temp. des Waſſers 76° F. in einem, 80° F. in dem andern. Im Tiefſten jenes arbeiten immerfort 6, dieſes 8 Mann. — Kupfergrube *Huel Friendship* in *Devonshire*, tief 174 Lachter. Temp. des Waſſers 64½° F., da in ihr der Förderſchacht abgeteuft wurde, waren wenigſtens beſtändig 2 Mann im Tiefſten in Arbeit. Die Grube hat ungeachtet ihrer Tiefe ſo wenig Grubenwaſſer im Tiefſten, daſs eine 6zöllige Pumpe (*six-inch box*) und 5 Hübe der Maſchine in der Minute hinreichen, das Waſſer auszupumpen. Es liegt dieſe Grube ſehr hoch, an der Gränze der Granithügel von Dartmoor. Die Temperatur ihres Grubenwaſſers übertrifft die mittlere des Klima um mehr als 14° F., ſteht aber doch weit unter der Temperatur, die gewöhnlich in Gruben von der nämlichen Tiefe herrſcht.

Da die folgenden Gruben zum Theil mit Waſſer angefüllt waren, ſo gebe ich bei ihnen die Temperatur *dieſes Waſſers:*

Kupfergrube *North Huel Virgin*, im Kirchſpiele

St. *Agnes*; Temp. des 39 Lachter unter der Oberfläche stehenden Wassers 60° F. — Kupfergrube *Nangiles*, im Kirchspiel *Kea*; das Wasser 59 Lachter unter Tage 58° F. Im Förderschacht ist sie 88 Lachter tief. Die Kunst war aber erst ganz vor Kurzem in Gang gesetzt und hatte noch nicht viel gewältigen können. Die Gänge sind mächtig und zeichnen sich durch den vielen Schwefelkies aus. Man sieht, daſs die Temperatur der Gruben die zum Erliegen gekommen, nicht gröſser als die der andern ist. — Kupfergrube *Tresavean*, im Kirchspiele *Gwennap*; Temperatur des Wassers, das 100 Lachter unter Tage steht, 60° F.; ganze Tiefe der Grube 170 Lachter. Sie liegt hoch, ungefähr 480 Fuſs über dem Spiegel des Meeres und ist überdieſs in Granit, in welchem die Temperatur, bei gleichen Tiefen im Allgemeinen niedriger ist, als in „Killas" oder Thonschiefer. — Kupfergrube *Huel Maid*. Temperatur des 126 Lachter unter Tage stehenden, 30 Lachter tiefen Wassers, 60° F. Sie hat keine Kunst; beim Wiederaufnehmen und zu Sumpfbringen einiger benachbarter Gruben ist aber das Wasser in ihr vor Kurzem sehr vermindert worden. Das Wasser der oberen Strecken, welches in anderen Gruben den auf ihnen stehenden Pumpenkasten zugeleitet wird, flieſst in ihr zu dem Wasser im Tiefstem und muſs also hier die Temperatur erniedrigen.

Wenn schon mit vielem Wasser angefüllte und erst seit Kurzem wieder aufgenommene Bergwerke in der Regel in gleichen Tiefen eine niedrigere Temperatur haben, als diejenigen, welche in der Tiefe trocken erhalten werden; so gilt dieses noch vielmehr von Gruben, welche lange still gelegen haben und mit

Waſſer angefüllt ſind. Als Beweiſe davon dienen die drei folgenden Beobachtungen:

In der 151 Lachter tiefen Kupfergrube *Herland*, im Kirchſpiel *Gwinear* hat das in dem Schachte bis zur Stollenſohle 31 Lachter tief unter Tage ſtehende Waſſer nur eine Temperatur von 54° F. — In *South Huel Ann*, ebendaſelbſt, wo der Stollen 11 und die Grube 23 Lachter Tiefe beſitzt, war die Temperatur des Waſſers im Schachte gleichfalls 54° F. — In der Kupfergrube *Gunnis Lake*, Kirchſpiel *Calstock*, welche 125 Faden tief iſt, 'hat das Waſſer im Schachte, bei der 35 Lachter unter Tage liegenden Stollenſohle, 57° F. Temperatur.

Das aus dem Stollen-Mundloch verlaſſener Gruben ausfließsende Waſſer rührt, wie ich glaube, bloſs aus den darüber ſtehenden Erdſchichten her, oder durch Verdrängung des Waſſers in den Schächten oder oberen Strecken, die mit ihm in Verbindung ſtehen. Iſt dieſem aber ſo, ſo kann das Grubenwaſſer aus dem oberen Theile des Schachtes einer verlaſſenen Grube nicht aus den *tieferen* Strecken herrühren, vielmehr iſt es höchſt wahrſcheinlich, daſs das Waſſer in dieſen ſo gut als ſtill ſteht und da das Waſſer ſeine Wärme ſeitwärts nicht leicht mittheilt, ſo kann ſeine Temperatur weſentlich von der in den Schächten verſchieden ſeyn. In ſenkrechten oder ſchiefſtehenden Waſſerſäulen, ſinken aber bekanntlich die kältern Theilchen, und die wärmern ſteigen an, bis die ganze Maſſe einerlei Temperatur hat. Die höhere Temperatur des Waſſers im Schachte der Grube *Gunnis-Lake* ſchreibe ich, zum Theil wenigſtens, dem ſehr hohen Boden in ihrer unmittelbaren Umgebung zu;

obschon die relative Temperatur des Wassers in den Schächten nicht betriebener Gruben auch von der größeren oder geringeren Tiefe abhängen mag, in welcher die über der Stollensohle befindlichen Wassersäulen mit den Schächten oder mit den in diese gehenden Strecken in Verbindung stehen.

Als vor Kurzem die Zinn- und Kupfergrube *Tincroft*, im Kirchspiele *Cambron*, wieder aufgenommen wurde, nachdem sie mehrere Monate lang nicht betrieben worden war, benutzte ich die Gelegenheit, die Temperatur des Wassers zu messen, als es bis zur Tiefe von 126 Lachter unter Tage herabgebracht war, und nur noch in einer Höhe von 10 Lachter über dem Tiefsten stand. Ich fand sie 63° F. Damals war erst wenige Mannschaft wieder in Arbeit, selbst diese war zwei Tage lang nicht in die Grube gekommen, und in den tieferen Strecken wurde noch gar nicht gearbeitet. In der Mitte des Jahres 1819, als das Bergwerk noch in vollem Betrieb war, und zwar seit langer Zeit, und das Wasser an derselben Stelle stand, war die Temperatur desselben am Boden nur 59° F. Vielleicht kommt es auch jetzt wieder zu dieser Temperatur herab, wenn es sich in derselben Höhe erhalten sollte; dann ist nicht anzunehmen, daſs das wenige durch die Schächte hineintröpfelnde kältere Wasser die Temperatur des auf dem Boden befindlichen verändere.

In der Grube *Ting-Tang*, welche 117 Lachter tief ist, war, während die Dampfmaschine ausgebessert wurde, das Grubenwasser bedeutend gestiegen. Als es darauf wieder bis auf 10 Lachter gewältigt war, fand sich die Temperatur desselben in dieser Höhe $63\frac{1}{2}$° F., indeſs das aus dem Tiefsten in ein Behältniſs

unmittelbar über dem Beobachtungsort herauf gepumpte Grubenwaſſer eine Temperatur von 65° F. beſaſs. Ich erkläre mir dieſes aus dem, durch die Wirkung der Pumpen hervorgebrachten, Hinzuſtrömen des Waſſers aus den Strecken.

Folgende Thatſache, die mir von einem Angeſtellten in der groſsen Brauerey von Barclay et Comp. in *Southwarck* (gegenüber von London) mitgetheilt worden, verdient hier bemerkt zu werden: Als in dieſer Brauerey vor nicht langer Zeit ein Brunnen gegraben wurde, erhielt man nicht eher Waſſer, als bis man in einer Tiefe von 140 Fuſs das groſse Thonlager, welches unter der Hauptſtadt liegt, völlig durchſunken hatte. Dann aber ſtieg das Waſſer ſchnell in dem Brunnen an und es fand ſich, daſs die Temperatur deſſelben 54° F. betrug. Dieſe Temperatur hat es ſeitdem unverändert beibehalten, während aller Jahreszeiten. Nun aber iſt nach *Luke Howard* die mittlere Temperatur des Klima von London und der Gegend umher $49\frac{1}{2}$° F.; die Temperatur des Waſſers in dieſem Brunnen übertrifft dieſelbe alſo um $4\frac{1}{2}$° F.

Eben ſo merkwürdig iſt das Ergebniſs einer Folge von Beobachtungen, welche Hr. Fox in dem Bergwerke *Dolcoath* gemacht hat, und das ſich ſchon in einem Zuſatz zu ſeiner zweiten Vorleſung erwähnt findet. Am Ende der tiefſten Strecke 230 Faden oder 1380 Fuſs unter Tage, wo kein Bergmann arbeitet und kein merkbarer Luftzug Statt finden konnte, hatte er ein 3 Fuſs tiefes Loch in den Erzgang ſelbſt bohren laſſen, und in dieſes ein 4 Fuſs langes Thermometer aufgeſtellt, deſſen Röhre in dem Loche mit Let-

ten umgeben war, ſo daſs keine Circulation der Luft in der Nähe der Kugel Statt finden konnte. Dieſes Thermometer wurde von ihm ſehr oft beobachtet; immer ſtand es auf 75° bis 75½° F., ausgenommen, wenn die Strecke unter Waſſer geſetzt worden war, wie dieſes einige Mal, als die Dampfmaſchine wegen erlittenen Schadens eine Zeit lang ſtehen muſste, geſchah. Das Waſſer füllte dann die ganze Strecke einige Wochen lang an. Sobald es wieder ſo weit gewältigt war, daſs man zu dem Thermometer gelangen konnte, nahm Hr. Fox die Beobachtung wieder auf; man fand den Stand jedes Mal 77° F.; aber ſchon in 2 bis 3 Tagen kam er wieder auf 75½° F. herunter.

Daſs auf die Temperatur im Tiefſten der Bergwerke zufällige Urſachen weniger Einfluſs haben, als auf die Temperatur der höhern Strecken, belegt Hr. Fox mit Beobachtungen über die Temperatur des Waſſers und der Luft in Strecken von 15 verſchiedenen Bergwerken *), welche er in der Abſicht gemacht hat, um die relativen Temperaturen beider und das Verhältniſs, wie die Temperaturen mit der Tiefe zunehmen, aufzufinden. Bei jeder Beobachtung das Bergwerk anzugeben, wo ſie gemacht ward, wäre überflüſſig geweſen. Vier der Gruben **) ſtanden zum Theil ſeit mehrern Jahren unter Waſſer; die in ihnen beobachteten Temperaturen ſind mit Sternchen bezeichnet. Es wurden zu den Beobachtungen die

*) South Huel Towan, East Liscomb, Huel Unity Wood, Beer Alston, Poldice, Consolidated Mines, Huel Friendship, United Mines, Treskerby, Huel Damsel, Ting-Tang.

**) Nämlich: Huel Maid, Nangiles, North Huel Virgin und Tresavean.

trecken ausgesucht, in welchen in der gegebenen Tiefe die stärkeren Wasseradern des Bergwerkes rannen, und das Thermometer unweit der Stelle, wo sie sich zuerst fliessend zeigten, hineingesetzt, um alle fremde, von der Anwesenheit der Bergleute herrührende, Wärme bei den Resultaten auszuschliessen.

Tiefe unter Tage in engl. Fussen.	Mittel in welchem beobachtet wurde.	Beobachtete Temperaturen in Fahrenheitschen Graden.							
120	Wasser, . . .	58°							
	. . . Luft	56							
180	- -	55	64						
	- -	56	58						
240	- -	56	60	54	54*	56*	56*	60*	
	- -	57	60	60	55*	57*		60*	
300	- -	60	60	60	60				
	- -			58	58				
360	- -	60	62	60	58	58*			
	- -	61	62		60	57*			
420	- -	61	58*	58*					
	- -	61		59*					
480	- -	64	64	62	59*				
	- -	65	64	64					
540	- -	64	66						
	- -	62	67						
600	- -	65	60*	60*					
	- -	66		56*					
660	- -	64	66	64					
	- -	65	66						
720	- -	66½	66						
	- -	68	68						
780	- -	66	72	74	74	63	72	68	60*
	- -		73	74		62	73	70	58*
840	- -	78	70	80	72				
	- -	78	72	81	75				
900	- -	76	80						
	- -	72	80						
960	- -	66							
	- -		73						
1020	- -	64½	77	84					
	- -	66	76						
1080	- -	72	69	86	87				
	- -	74	72	88					

Fast in allen Gruben, in welchen beobachtet worden ist, herrschte also, wie man aus dieser Tafel er-

sieht, die höchste Temperatur im Tiefsten, und in den meisten Fällen waren dort nur sehr wenig Bergleute in Arbeit. In der Regel nimmt von der Sohle des Bergwerkes an, bis zu ¼ oder ⅓ der Tiefe des Bergwerkes, die Anzahl der Arbeiter in jeder höher liegenden Strecke zu, so daſs sie mehrentheils am zahlreichsten sind, nicht sehr viel unter der Mitte des Bergwerkes. In der Grube *United Mines*, fand Hr. Fox bei einer Strecke 180 Lachter unter Tage die Temperatur von Grubenwaſser, das seit 12 Monaten 30 Lachter hoch in dem Bergwerke gestanden hatte, 80° F.; dahingegen die Temperatur des in der Strecke flieſsenden Waſsers, 87° F., welches nur um ½° F. weniger ist, als sie an derselben Stelle im Jahre 1820 war. Damals arbeiteten aber 400 Mann in diesem Bergwerke, jeder 8 Stunden den Tag, und im Mittel ungefähr 50 die übrigen 16 Stunden. Als aber die letzte Beobachtung gemacht wurde, waren nur 200 Mann 8 Stunden und ungefähr 50 die übrigen 16 Stunden lang in Arbeit. Daſs in verschloſsenen Strecken, die ohne Luftzug sind, die Gegenwart der Bergleute die Temperatur erhöhe, läugne ich nicht; zufolge der vorstehenden Tafel pflegt aber die Temperatur der Luft nicht höher als die des Grubenwaſsers an derselben Stelle zu seyn, und ist es auch im Mittel nur um 1° oder 2° F. In mehreren Fällen war selbst das Waſser um 1° bis 4° F. wärmer als die umher befindliche Luft und in verschiedenen Gruben war dieſs im Tiefsten oder nicht weit darüber der Fall.

Folgende Beobachtungen betreffen die Temperatur des Waſsers in dem groſsen Stollen, der sich in der Nähe der Grube Nangiles über dem Thale Carnon

ausmündet. Er geht durch die vornehmsten Bergwerksdistrikte von Cornwall und hat mit allen seinen Flügeln eine Länge von 30 englischen Meilen, und geht von einem Ende zum andern in einer Richtung über 5, in einer andern 3 englische Meilen nach gerader Linie fort. Die Temperatur des Stollenwassers, sagt Hr. Fox, habe er vor ungefähr 6 Wochen (der Aufsatz scheint im November 1822 geschrieben zu seyn) nahe am Mundloche $69\frac{1}{4}^{0}$ F. gefunden. Der Feldmesser Richard Thomas zu *Falmouth*, dem man eine interessante Karte von einem grofsen Theil des Cornwaller Bergwerksdistrikts verdankt, habe durch viele Beobachtungen gefunden, dafs die Wassermenge, welche aus dem Stollen fliefst, in verschiedenen Zeiten des Jahres von 910 bis 1644 Kubikfufs in der Minute variirt; doch sey wahrscheinlich jetzt die mittlere Menge des ausströmenden Wassers gröfser, da man, seitdem er seine Beobachtungen machte, einige tiefe Gruben wieder aufgenommen habe. Nach seinen Rechnungen und nach der Tiefe des Wassers, wie es zur Zeit der Beobachtungen des Hrn. Fox war, schätzt dieser, dafs damals 1440 Kubikfufs Wasser in jeder Minute oder 60000 Tonnen Wasser während 24 Stunden aus dem Mundloche ausflossen.

Dieser Hauptstollen besteht aus 3 Haupttästen. Der erste geht von ihm ab, ungefähr eine englische Meile vom Mundloche, nach den Gruben United Mines, Consolidated Mines, Huel Squire, Ting-Tang, Huel Maid, und South Huel Jewel, welche im Mittel 150 bis 160 Lachter Teufe zu haben scheinen. Die Temperatur des Wassers in diesem Arme, nahe an der Stelle, wo er abzieht, und ungefähr $1\frac{1}{2}$ engl. Meilen

von den Gruben, die ihr Waſſer hauptſächlich durch ihn entladen, war zu Ende des vorigen Monates (Oct. 1822.?), als dieſe und die folgenden Beobachtungen gemacht wurden, ungefähr 73½° F. Beinahe eine Meile weiterhin theilt ſich der Hauptſtollen wiederum in zwei Aeſte. Der eine löſt die Waſſer der Gruben: Poldice, Huel Unity, Huel Unity-Wood, Huel Damsel, Huel Pink, Rose Lobby, Huel Hope, Huel Gorland, Huel Jewel und Huel Clinton, welche im Mittel 110 bis 120 Lachter Tiefe haben mögen. Ungefähr eine engl. Meile von der vornehmſten dieſer Gruben, betrug die Temperatur ſeines Waſſers 66½° F. Mit dem dritten Aſt ſind die Gruben Treskerby, Huel Chancer, Chacewater, North Dawns, Creegbraws, Huel Boys, Cardrew und einige kleinere verbunden, die im Mittel 100 bis 110 Lachter tief ſeyn mögen. Etwa 3½ engl. Meilen von dieſen Bergwerken betrug die Temperatur des Waſſers 65° F. Die Menge des Grubenwaſſers, welches durch jeden dieſer Aeſte abflieſst, habe ich nicht gemeſſen; offenbar aber führten ſie nicht bloſs das Waſſer aus, welches aus den unter der Stollenſohle befindlichen Strecken heraufgepumpt wurde, ſondern auch dasjenige, welches durch die höher liegenden 30 bis 50, an einigen Stellen ſelbſt 60 bis 70 Lachter mächtigen Erdſchichten durhſickert. Dieſes iſt die Urſache, warum die Temperatur des Stollenwaſſers gröſser als die iſt, welche man zu finden erwarten könnte. Die Verſchiedenheit der Temperatur in den drei Aeſten des Stollens läſst ſich erklären aus der Verſchiedenheit der Tiefe der Gruben, deren Waſſer durch ſie gelöſt werden, und daraus, daſs mehrere der Gruben, die mit den beiden letzten

rchſchlägig ſind, zum Erliegen gekommen und zum
heil erſoffen ſind.

Wie ich bemerkt habe, flieſst zwar das meiſte
rubenwaſſer der obern Strecken unmittelbar in die
ſternen der Pumpen, doch laſſen die Erd- und Fel-
nſchichten, über die es fortrinnt, etwas Waſſer hin-
rchſickern, welches ſich theils dem untern, ehe es
die Strecken flieſst, beimengt, theils in zahlrei-
ıen Tropfen oder kleinen Adern durch die Decke
r unteren Strecken dringt. In beiden Fällen muſs es
f die Temperatur dieſer Strecken einwirken, und
s iſt der Grund, warum ſie nicht überall in gleichen
iefen gleich iſt. Stände alles Waſſer unter der
berfläche der Erde in freier und offener Verbindung,
wäre es unmöglich, Bergwerke zu Sumpfe zu brin-
en, der Druck der Waſſerſäulen würde unwiderſteh-
ch ſeyn und ihr Andrang alles überwältigen.

Die hohe Temperatur in Bergwerken ſcheint in
einer nothwendigen Verbindung mit den Mineralien
ı ſtehen, welche dieſe enthalten; ſelbſt wo Schwefel-
es in Menge vorkommt, iſt die Temperatur nicht
öher, als wo er gänzlich fehlt.

Reichen die mitgetheilten Thatſachen hin, zu be-
eiſen, daſs die höhere Temperatur unter Tage nicht
oſs von örtlichen oder zufälligen Urſachen abhängt,
muſs ſie entweder dem Erdkörper ſeit ſeiner Bil-
ıng eigenthümlich ſeyn, oder von Urſachen abhängen,
e in beſtändiger Wirkſamkeit ſind. Der erſteren
nnahme ſtände, meint Hr. Fox, beſonders der Um-
and entgegen, daſs Granit und mehrere harte Fels-
ten im Allgemeinen von niedriger Temperatur ſind,
s Thonſchiefer und mehrere poröſe und weiche Fels-

arten, die die Wärme schlecht leiten. Dahingegen ließse sich annehmen, daſs z. B. Elektricität, die durch die gegenseitige Berührung verschiedener Mineralien und durch Kryſtalliſation erregt würde *), nicht bloſs die Hitze erzeugte, ſondern auch zugleich Urſach wäre von der ungewöhnlichen Menge und Lagerung homogener Mineralien in den Erzgängen etc. und der bewundernswerthen Ordnung der Dinge unter Tage. Doch ſtellt er dieſs nur als Vermuthung hin.

Zuſatz. Einige Verſuche, die ich vor Kurzem mit Waſſer aus dem Tiefſten tiefer Gruben angeſtellt habe, „ſagt Hr Fox," belehrten mich, daſs es in den mehrſten Fällen nur ſehr wenig fremde Subſtanzen aufgelöſt enthält, in der Pinte nur ein bis höchſtens 5 oder 6 Gran. Die Reinheit deſſelben ſteht auch in keinem Zuſammenhange mit der Tiefe oder der Temperatur der Gruben; denn ſo z. B. ſind *Huel Abraham* und *Dolcoath* die beiden tiefſten und zugleich die beiden wärmſten Bergwerke in Cornwall, und doch enthielt in beiden das Waſſer aus dem Tiefſten nicht mehr als 2 Gran fremder Beſtandtheile in der Pinte aufgelöſt. In mehreren andern Bergwerken iſt dagegen das Grubenwaſſer weit weniger rein. Das aus den *Consolidated Mines* läſst beim Abdampfen 10 Gran Rückſtand auf die Pinte. Das von *Huel Unity* 16 Gran, und das von *Poldice* aus einem der Schächte 19 und aus dem anderen Schachte 92 (*ninety-two*)

*) Hr. Fox führt bei dieſer Veranlaſſung an: einen Meſſingdraht, der zwei Mal um ein Stück Schwefelkies gewunden war, und ſo, in naſſer Leinwand eingeſchlagen, einige Tage gelegen hatte, habe er in Kupfer und Zink, letzteres an der Oberfläche, zerſetzt gefunden.

Gran. Die meisten von mir untersuchten Grubenwasser enthalten vorzüglich salzsaure Salze, insbesondere salzsauren Kalk und salzsaures Eisen. In einigen Fällen fand ich in ihnen *salzsaures* Natron, besonders im Grubenwasser aus dem Tiefsten der Bergwerke *United Mines*, *Consolidated - Mines*, *Huel Unity* und *Poldice*. Von den 92 Gran Rückstand aus einer Pinte Grubenwasser des einen Kunstschachtes dieses letzteren, waren 24 Gran *salzsaures Natron* und 52 Gran salzsaurer Kalk mit etwas salzsaurer Talkerde, und die übrigen 16 Gran salzsaures Eisen und wenig schwefelsaurer Kalk. Das Wasser des andern Kunstschachtes derselben Grube enthielt in der Pinte 5½ Gran salzsaures Natron und ungefähr 13 Gran salzsauren Kalk, salzsaure Magnesia und kohlensaures Eisenoxyd. Alle genannten Bergwerke liegen im Innern von Cornwall mehrere englische Meilen von dem Meere entfernt.

III. Beobachtungen und Folgerungen von M. P. Moyle. Esq. zu Helston in Cornwall.

(Hrn. Moyle's Aufsatz über die Temperatur in Bergwerken ist der letzte im 2ten Bande der Schriften der Cornwaller geologischen Gesellschaft. Mit einigen neuen Thatsachen und mit Bemerkungen über die Behauptungen des Hrn. Fox und Forbes erschien er wiederum im Januarhefte 1823 der Annals of Philosophy, und im Juliheft desselben Jahres ein Nachtrag dazu, dem später im Decemberheft 1824 derselben Zeitschrift ein zweiter folgte. Auch schon im Aprilheft 1822 macht Hr. Moyle, der nicht geneigt ist, eine innere, im eigentlichen Sinne des Wortes, tiefer liegende Ursache der höheren Temperatur in Bergwerken zuzugeben, mehrere Einwürfe gegen Hr. Fox Beobachtungen; doch mögen sie hier übergangen seyn, da er selbst späterhin seine ersten Beobachtungen nicht für ganz zuverlässig erklärt, und Hr. Fox die Einwürfe,

als rühre die Wärme von Gegenwart der Bergleute, Verdichtung der Luft etc. her, durch die schon S. 421 angeführte Beobachtung der Temperatur eines Erzganges in der Grube Dolcoath sehr treffend niedergeschlagen hat. Hrn. Moyle's fernere Bemerkungen sind freilich von gleicher Natur mit den ersten und könnten vielleicht gänzlich übergangen werden, wenn man die Centralwärme als ausgemachtes Factum betrachtet. Ein solches Verfahren möchte indeſs zu parteiisch erscheinen und würde nichts zur Ueberzeugung der Gegner beitragen. Deshalb mögen Hrn. M. Beobachtungen hier auch ihren Platz finden und zwar die aus dem erstgenannten Aufsatz meist unverkürzt, damit der Leser hinreichende Data zur Beurtheilung finde, die dennoch ohne sehr genaue Kenntniſs der Lokalität bei diesem Gegenstande fast unmöglich ist. Ein groſser Theil der Einwürfe scheint mir schon von den Hrn. Forbes und Fox widerlegt zu seyn, auch haben die Beobachtungen mit dem Thermometrographen in senkrecht stehenden Wassersäulen offenbar das geringste Gewicht, da es eine bekannte Sache ist, wie schnell sich in diesen die Temperatur ausgleicht. Auch ist nicht zu übersehen, daſs Hr. M. doch selbst die Temperatur des in der Grube Oatfield in 1392 Fuſs Tiefe hervordringenden Quellwassers zu 82 und 86½° angiebt. *P.*)

Hr. M. sagt, er sey schon im Jahre 1812 auf die Temperatur in Bergwerken, durch die verschiedene Wärme des Wassers aus verschiedenen Tiefen, aufmerksam geworden und habe seitdem manche Beobachtung darüber niedergeschrieben; doch habe er erst in den letzten Monaten dabei mit möglichster Sorgfalt und Genauigkeit verfahren, daher er von den älteren nur einige mittheile. Wo bei den neueren das Ergebniſs ihm im Mindesten zweifelhaft geschienen, habe er die Beobachtung auf verschiedene Weise wiederholt, indem er z. B. das Thermometer 15 bis 20 Minuten lang in das Gestein oder in die Wände der Strecke einsenkte, in den Schlamm oder das stillste-

hende Waſſer der Strecke tauchte, oder auch in das Waſſer der in den Strecken hervordringenden Quellen hineinbrachte und gleichzeitig 2 bis 3 correſpondirende Thermometer beobachtete.

Ich habe kürzlich die Temperatur dreier Strecken unterſucht, die von Crenver direct unter der tiefſten Strecke in der Grube Trenoweth getrieben waren. 124 Fathoms unter dem Ausgangsſtollen oder 936 Fuſs unter der Oberfläche war die Temperatur 57°; bei 984 Fuſs, 58° und bei 1044 Fuſs, 58°. Fünf Monate zuvor, als die Gruben in Betrieb ſtanden, war die Temperatur in der letztgenannten Strecke 68°.

In der Kupfergrube *Oatfield* war im May 1822 die Temp. der Luft im Kunſtſchacht am Eingangsſtollen 61°; 1092′ unter der Oberfläche 77°; 1272′ tief und 480′ öſtlich vom Schacht, 78°; 1332′ tief und 600′ öſtlich vom Schacht 81°, in derſelben Strecke 360′, weſtlich vom Schacht aber nur 78°. Keiner dieſer Orte ſtand im Betrieb, doch war der letztere denen, wo gearbeitet wurde, näher, als die anderen. In 1392′ Tiefe und 72′ öſtlich vom Schacht, wo gearbeitet ward, war die Temp. 80°; nur 24′ tiefer aber 180′ weſtl. vom Schacht, in einem geſchloſſenen Ende war ſie 85°. *Hier hatte das Waſſer, was in beträchtlichen Strahlen aus zwei ſchmalen Adern, am Boden der Gallerie, hervordrang, wenige Fuſs von einander die verſchiedenen Temperaturen von* 82° *und* 86½° F.

Seitdem wurden die Pumpen aus den tiefſten Theilen der Grube fortgenommen, und der Schacht füllte ſich, bis zu 182 Fathoms unterhalb der Oberfläche auf mehrere Monate mit Waſſer. In dieſer Strecke

war die Temperatur ungefähr 77°, aber einige Monate später (Sept. 1822) als das Waſſer bis zur Strecke geſtiegen war, war die Temperatur des Waſſers wenige Fuſs unter ſeiner Oberfläche 69° und 72′ unter derſelben 71°. Vierzehn Tage ſpäter wiederholte ich den Verſuch und fand die Temp. wenige Fuſs unter der Oberfläche des Waſſers 66°, und 12 Fathoms tief im Waſſer 67°; es hatte ſich alſo innerhalb 14 Tagen um 2 Grad, und ſeit ſeinem Eintritt in die Grube um 11° abgekühlt.

In der Kupfergrube *Crenver*, einem ſehr kleinen Werk, war die Temperatur, 300′ tief und 300′ öſtl. vom Kunſtſchacht, 55°; 432′ tief 56°; 492′ tief 61°; 617′ tief 62°; 672′ tief 64°; 732′ tief 64° im Schacht, aber in einer Strecke 360′ öſtl. nur 60°; 792′ tief, 63° im Schacht, aber 1200′ öſtl. von demſelben nur 61°, und 852′ öſtl. 62°, aber 180′ weſtl. war ſie 64° und 1200′ weſtl. 68°.

Huel Abraham liegt auf demſelben Gange mit Trenoweth, Crenver und Oatfield iſt meiſt in allen Theilen in vollem Betrieb. 1332 Fuſs unter der Oberfläche war die Temperatur 84°. In 1392′ Tiefe ſtand das Thermometer, an einem Montag-Morgen, ehe die Bergleute zur Arbeit zurückgekehrt waren und die Blasmaſchine friſche Luft in die Grube gebracht hatte, auf 90°; wenige Tage hernach, als der Ort durchſchlägig geworden, war es bis auf 86° gefallen. Bei 1452′ Tiefe, ſtand es in einer Strecke auf 84°, und in einer andern (dem einzigen Ort, wo ſich keine Arbeiter befanden) auf 86° F.

Ich will nun die Reſultate einiger Verſuche erwähnen, um die Temperatur des Waſſers bei verſchiede-

ner Tiefe in Gruben auszumitteln, die lange aufser Betrieb ftanden.

Die Kupfermine *Herland* ift, ausgenommen oberhalb des Stollens, feit 15 Jahren verlaffen. Am 28. May 1822, als die Temperatur an der Oberfläche im Schatten 64° und in der Sonne 74° betrug, fand ich die des Waffers, welches zum Stollen hinausflofs, in 32 Fathoms Tiefe, 52°; bei Annäherung zum Kunftfchacht ftieg fie auf 53°. Als 2 Thermometrographen (Self-registering thermometers) hinabgefenkt wurden, die in einem Gehäufe befchwert mit eifernen Gewichten gut verwahrt waren, fand fich die Temperatur in 10, 20, 40, 60 und 100 Fathoms Tiefe im Waffer, und 792 Fufs unter der Oberfläche der Erde gleichförmig zu 54° F. In einem andern Schachte diefer Grube, 360′ nordweftl. von dem grofsen Kunftfchacht, hatte das aus dem Stollen fliefsende Waffer 54° Temperatur, dahingegen in 10, 20 und 40 Fathoms Tiefe, 56° F.

Am 8. Jun. befuchte ich *Huel Pol* und *Huel Rose*, Bleigruben bei Helston; in zwei Schächten war die Temperatur des Waffers, bei 10 und 20 Fathoms Tiefe 53° F.

In *Huel Rose*, hatte das Waffer im Kunftfchacht bei 60′ Tiefe 53½°; bei 120 Fufs 53½°; bei 240 Fufs 53¼° und bei 300 Fufs nur 53° F. Die Zeit, während welcher man das Thermometer in den verfchiedenen Tiefen (mit Ausnahme der letzten) verweilen liefs, betrug 10 Minuten, welches vielleicht kaum lang genug war.

In *Huel Alfred*, war, im Juli 1822, die Temperatur des Waffers im Stollen (adit) 18 Fathoms unter der Oberfläche: 56°, und eben fo war fie gleich-

förmig in Tiefen von 60, 120, 240, 360, 600 und 672 Fuſs im Waſſer oder 780 Fuſs unter der Oberfläche.

In *Relistian* Grube in Gwinear, welche während des Betriebes viel heiſser ſeyn ſoll, wie im Allgemeinen die Gruben, fand ich die Temperatur (im Jul.) des Waſſers im Stollen, in 25 Fathoms Tiefe, nur 55° und bei 10, 20 und 25 Fathoms Tiefe war ſie noch dieſelbe.

Huel Ann, eine alte Zinngrube, 353 Fuſs über dem Spiegel des Meeres, liegt im Granit und mit Huel Trumpet, im Kirchſpiele *Wendrom*, auf demſelben Gang. Dieſe Grube iſt ſeit 20 Jahren verlaſſen, wird aber gegenwärtig wieder aufgenommen. Bei Oeffnung eines Schachtes fand ich, daſs man 120 Fathoms ſenkrecht hinablöthen konnte. Ich that dieſes mit einem 50 Pfund Gewicht, an welchem eine gewöhnliche Flaſche, gut verkorkt, verſiegelt und verwahrt, befeſtigt war, und ſo, daſs mittelſt einer kleinen Schnur der Pfropfen nach einem Zeitraum von einigen Minuten abgezogen wurde; das hiedurch aus dem Tiefſten geſchöpfte Waſſer hatte eine Temperatur von 52°, und eine Pinte von demſelben, hinterlieſs nur einen Rückſtand von 1½ Gran. Ich ſenkte darauf einen Thermometrographen hinein, wie bei meinen frühern Verſuchen, und fand die Temperatur in Tiefen von 30, 60, 120, 240 u. 720 (dem Tiefſten der Grube) Fuſs, überall zu 52°. Das Tiefſte dieſer Grube liegt 804 Fuſs unter der Oberfläche und das Thermometer blieb daſelbſt 4 Stunden lang im Waſſer.

Als ich meine Verſuche über die Temperatur des Waſſers in Herland Grube wiederholte, fand ich die-

ſelbe in allen Tiefen wie zuvor, nämlich 54° in dem alten Kunſtſchacht; 56° in einem andern, 60 Fathoms davon abſtehend; und in einem dritten, zuvor nicht unterſuchten, nur 52°.

Huel Franchise, eine Zinn- und Kupfergrube, im Kirchſpiele Wendrom, 315 Fuſs über dem Spiegel der See und parallel mit Huel Trumpet, ſteht ungefähr ſeit 2 Jahren auſser Betrieb. Das Waſſer im Tiefſten derſelben, oder 180′ tief, hatte 51° F.

Huel Nancy, liegt auf demſelben Gang. Dieſe Grube, ſeit länger als 20 Jahren verlaſſen, iſt 200′ tief und zeigt in allen Tiefen 51°, während die Temperatur im Schatten an der Oberfläche 55° war.

Hr. Moyle glaubt dieſe Thatſachen bewieſen, daſs die Wärme der Erde nicht mit der Tiefe zunehme, ſondern daſs die Temperatur in den gröſsten Tiefen nahe gleich ſey mit der mittleren jährlichen Temperatur unter jener Breite. Er ſtellt die obigen Thatſachen noch in einer Tafel zuſammen, die aber hier der Raumerſparung halber fortgelaſſen iſt.

In Hrn. Fox Tafeln, „bemerkt Hr. Moyle", iſt die Unregelmäſsigkeit in dem Anwuchs der Temperatur ſehr hervortretend. So ſcheint es in der Chacewater-Grube bei 600 Fuſs Tiefe eben ſo warm zu ſeyn, als in der Dolcoath Grube bei 1440 Fuſs, in beiden nämlich 84°. Ferner iſt es in United Mines bei 420 Fuſs ſo warm, als in Dolcoath bei 1200 Fuſs; ſo warm in Chacewater bei 480 Fuſs, als in Huel Damsel bei 840 F.; ſo warm bei 780 F. in Treskerby, als bei 1380 in Dolcoath u. ſ. w., und in United Mines, bei 1080 Fuſs Tiefe, wärmer als in irgend einer anderen Grube der Graſſchaft. Aus dieſer Angabe ſcheine es, daſs man,

man die Temperatur der Erde 27° F. wärmer zu finden in Chacewater 540 Fuſs, in Dolcoath 1380 Fuſs und in United Mines 1080 F. hinabgehen müſſe.

Ferner, bemerkt Hr. M., müſſe die Temperatur, nach Abzug deſſen, was man zufälligen Urſachen zuſchreiben könne, in einer Tieſe von 1044 Fuſs, Hrn. Fox zufolge 69½° und Hrn. Dr. Forbes zufolge, 66½° betragen; dahingegen nach ſeinen Beobachtungen die von Crenver unter Trenoweth getriebene Strecke, die genau in dieſer Tieſe liege, nur 58° zeige, obgleich daſelbſt nicht gearbeitet werde, auch betrage daſelbſt an einem andern in Betrieb ſtehenden Ort, der allen äuſseren Wärmequellen ausgeſetzt ſey, die Temperatur nur 68° F.

Dr. Forbes hatte aus der Temperatur der Grubenwaſſer aller verlaſſenen Bergwerke einen Beweis für die hohe Temperatur der Cornwaller Bergwerke in der Tieſe gezogen. Gerade dieſes aber, meint Hr. M., werfe ihre Theorie gänzlich um; denn er könne nun beweiſen, daſs die groſsen Anhäufungen von Waſſer ſelbſt eine geringere Temperatur haben, als die angenommene mittlere Temperatur des Klima, z. B. die in Huel Ann in 130 Lachter, die im dritten Schacht der Grube Herland in 160 Lachter Tiefe, in Ding-Dong, Huel Roſe u. ſ. w. Die beiden einzigen Fälle von Bedeutung, welche Dr. Forbes für jene Behauptung vorbringe, ſeyen die aus den Gruben Botallack und Little Bounds; aber was den erſteren beträfe, „ſo ſey die Wärme des Grubenwaſſers an der Sohle des Werkes (*at the bottom of the working*) nicht gegeben" und was es denn mit der Temperatur am Boden der angehäuften Grubenwaſſer in Little Bounds zu thun habe,

dafs die Pumpen im Jahre 1822 Waffer von $56\frac{1}{2}°$ ausgoffen. Dr. Forbes felbft erzähle auf der folgenden Seite, dafs eine grofse Menge Grubenwaffer, ähnlich der letztern, in dem alten verfallenen Theile von Ding-Dong, beim Arbeiten in 444 Fufs Tiefe durch Unvorfichtigkeit fey angebohrt worden, und dafs das Waffer, was aus demfelben (und das war die Sohle des verlaffenen Theiles) hineindrang, nur $55\frac{1}{2}°$ F. Wärme hatte, welches beweife, dafs es felbft im Mittelpunkt der Erde eben fo kalt feyn könne, als in irgend einer Tiefe an der Oberfläche. — — Da endlich Hr. Dr. Forbes durch feine phyfikalifchen Erörterungen über die von ihm fogenannten fremdartigen Quellen der Wärme in Bergwerken, zu Refultaten geführt werde, die weit von dem abliegen, was fich in Wirklichkeit finde, fo laffe fich, glaubt Hr. Moyle, deffen Meinung nicht halten, und diefe Extra-Portion müffe von der Erde felbft herrühren. Uebrigens gebe es wohl kaum ein fchwierigeres Problem, als die *unzählig* vielen Quellen von Wärme in einem Bergwerke, das in voller Arbeit fteht, genau zu fchätzen.

In feinem letzten Auffatz (Annals of Phil. Dec. 1824) ftellt Hr. Moyle zunächft einige Betrachtungen über die Art an, wie diefe Beobachtungen am zuverläffigften zu machen feyen. Er meint, das Bohren von Löchern in dem feften Geftein im Tiefften der Grube oder an einer andern Stelle, fey trüglich, fobald man dem Loche nicht eine beträchtliche Tiefe gebe, es nicht auf dem Gang anbringe, und nicht Waffer in einem mächtigen Strahl aus demfelben hervorquel-

le *). Die erwärmte Luft würde sonst in das Loch eindringen und ihm bald dieselbe Temperatur ertheilen, welche die Wände der Strecken besitzen. Auch räth er, nur in solchen Theilen einer Strecke zu bohren, die keine andere Strecken über sich haben, weil sonst aus den letztern Wasser herabsickern könnte.

Hierauf theilt Hr. Moyle in Bezug auf seinen früheren Aufsatz einige im Sommer 1824 angestellte Beobachtungen mit.

Er hatte früher die Temperatur im Kunstschacht der Grube Oatfield bei 182 Lachter Tiefe, während des Betriebes 77° gefunden, 66° hingegen nachdem die Grube verlassen war und alles unter Wasser stand, so wie 67° für die Temperatur dieses Wassers bei 12 Lachter Tiefe. Jetzt war die Grube seit einigen Monaten verlassen, und als ein Thermometrograph hineingesenkt ward, fand sich die Temperatur des Wassers überall in jeder Tiefe zu 54° F.

Die Temperatur des Wassers in den verlassenen Gruben Herland und Huel Alfred hatte er früher, die erstere zu 54°, die letztere zu 56° angegeben. Seitdem waren die Gruben wieder aufgenommen und das Wasser in dem Kunstschacht bis zu 52 Lachter unter Tage ausgepumpt. Die Temperatur dieses Wassers an seiner Oberfläche war 58°, aber 8 bis 10 Lachter unterhalb derselben noch 54°. Der Schlamm in einer Strecke bei diesem Niveau hatte 54°, während die Luft

*) Gerade das Wasser möchte indess, wo möglich, hier ganz auszuschliessen seyn, wie schon bei einigen Beobachtungen des Hrn. Fox und den früheren des Hrn. d'Aubuisson und des Hrn. Ober-Berghptm. v. Trebra geschehen ist. P.

im Schacht 58° besafs. Der Schlamm in einigen Strekken, zu denen man sogleich auf beträchtliche Abstände eindringen konnte, ehe die Arbeiter Zutritt hatten, besafs keine höhere Temperatur als 56°; während die Luft daselbst bis auf 1° mit der im Kunstschacht übereinkam. Die Oberfläche des Wassers im Schachte wurde in dem Maafse wärmer, als sie weiter hinabsank, so dafs sie 66° zeigte, als 100 Lachter Wasser fortgepumpt waren; 10 Lachter unter der Oberfläche des Wassers waren wie vorhin 54° F.

Aehnliche Erfahrungen wurden gemacht, als man die Grube *Huel Alfred* trocken legte. Das Wasser in dieser war zuvor in allen Tiefen von 56°. Nach Fortschaffung des Wassers fand man die Temperatur des Schlammes in den meisten Strecken 56°; eben diefs war die Temperatur des Wassers bei 8 bis 10 Lachter Tiefe unter seiner Oberfläche. Nur darin waren die Umstände von den in Herland-Grube verschieden, dafs die Oberfläche des Wassers, während ihres Sinkens, eben so wie die Luft, beständig nur 59° zeigte, obgleich das Wasser ursprünglich 2° wärmer war als dort, wo es während des Auspumpens bis zur selben Tiefe um 10° stieg. Der Grund hievon scheint darin zu liegen, dafs die Kunst in Huel Alfred das Wasser vergleichungsweise viel rascher hob, als in der andern Grube; in Huel Alfred mehr in einem Monat, als in Herland in 6 Monaten.

In der Zinngrube Huel Trumpet liefs Hr. M. zwei Löcher in den Gang bohren; eins am Ende der Strecke die bei 80 Lachter, und das andre in der die bei 94 Lachter Tiefe unter der Oberfläche fortgeht. Jedes dieser Löcher war 2 Fufs tief und so gelagert, dafs das Wasser

aus ihnen hervor drang. Diese Orte wurden gewählt, weil sie am weitesten vom Schachte entfernt, und folglich am meisten von dem Wasser befreit waren, was aus den oberen Strecken herabsickern konnte. Der erstgenannte Ort lag noch um eine Lachter weiter weg, als der zweite tiefer liegende, und das Wasser drang daselbst in einem mächtigen Strahl *aus dem Loche* hervor. Die Temperatur dieses Wassers am Boden des Loches war nur 54°, die des Wassers im zweiten Loche, unter denselben Umständen, 56°. Eine kurze Verbindungsstrecke war im vollen Betriebe, und hatte ohne Zweifel Einfluss auf die Temperatur des Wassers in der untern Strecke, da alles Wasser daselbst in den Boden drang und wahrscheinlich hinabsickerte.

IV. Erfahrungen aus den brittischen Steinkohlenbergwerken, von Robert Bald.

(Sie wurden vorgelesen in der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Edinburgh im Jahre 1819 und stehen im Auszuge in dem Edinb. philos. Journ. Vol. I. p. 134.

Die Zunahme der Temperatur in den Steinkohlengruben ist einem Jeden, der sie zu befahren Gelegenheit hatte, eine bekannte Sache. Wenn ein Schacht (dip-pit) mit einem andern (rise-pit) in Verbindung kommt, so entsteht augenblicklich ein lebhafter Wetterwechsel, wie ein schwacher Wind. Steht die Temperatur der Erde auf dem Frostpunkt, so dringt die Luft in jenen Schacht hinein, macht alles Wasser an den Wänden desselben gefrieren und bildet selbst am Dache der Kohlen in der Mine Eiszapfen; sie wird aber bei ihrem Durchzuge durch das Bergwerk bis zu dem andern Schacht (to the rise-pit), der in der Regel von geringerer Tiefe ist, in ihrer Temperatur sehr

erhöht und geht zu dem Mundloche deſſelben in Geſtalt einer dichten Nebelwolke heraus, welche durch Verdichtung der Waſſerdämpfe der Grube in der eiskalten Atmoſphäre entſteht.

Folgendes ſind die Temperaturen der Luft und des Waſſers in den tiefſten Steinkohlenbergwerken von Groſsbritannien:

	An der Oberfläche der Erde.	In Tiefen von engl. Fuss unter der Oberfläche.
Whitehaven in Cumberland	55°(l); 49°(w) *a*)	480′, 63° (l), 60°(w); 600′, 66°(l)
Workington – –	56°(l); 48°(w) *a*)	180′ 50°(w); 504′, 60°(w)*b*)
Teem in Durham	— —	444′, 68°(l), 61°(w) *c*)
Percy Main in Northumberland	- 42° (l)	900′, 70° (l), 68° (w) *d*)
Jarrow in Durham	+$9\frac{1}{2}$° (l)	822′, 70°(l), 68°(w); 900′, 64°(l)*e*)
Killingworth in Northumberland	18° (l)	790′, 51° (l); 900′, 70° (l)*f*) 1200′, 77° (l), 74° (w) *g*)
Prince's-end Pit in Staffordshire	— —	über 480′; $47\frac{1}{2}$° (w) *h*)

a) Quellen.
b) Unter dem Wasser des Irischen Meeres; die Tiefe vom Meeresspiegel abgerechnet.
c) In einer etwas über dem Meere erhobenen Gegend.
d) Unter dem Bette des Flusses Tyne; die Tiefe vom Meeresspiegel an gerechnet; Leslie's Hygrometer zeigte hier 83° Trockniss.
e) Die Luft an der Sohle des Schachtes 64° f. Die Grube Jarrow ist der tiefste senkrechte Schacht in Gross-Brittannien, da er 900′ misst, bis zum Fuss der Pumpen.
f) Nachdem die Luft $1\frac{1}{2}$ Meile weit gegangen ist, von der Sohle des *Downcast pit*.
g) Dieses ist die tiefste Steinkohlengrube in Grossbritannien. Destillirtes Wasser kocht hier im Tiefsten bei 213° f, während es an der Oberfläche bei $210\frac{1}{2}$° f kocht.
h) Die Luft in den Gruben über 60° f.

„Die Erfahrung lehrt, daſs es in Steinkohlenbergwerken immer trockner wird, je tiefer man in ihnen hinabkommt; in mehreren Fällen fehlt es in der Tiefe ſo ganz an Waſſer, daſs auf die Strecken, auf denen die Pferde gehen, Waſſer gebracht werden muſs, damit die Treiber von dem Staube nicht zu ſehr leiden. Die hohe Temperatur im Prince's-end

Pit haben wir Grund, der Zerſetzung von Schwefeleiſen zuzuſchreiben, die ſich unter dem Abfall von Steinkohlen befinden und nicht ſelten einen wirklichen und ſehr heftigen Brand hervorbringen. Die Zunahme der Temperatur, wie ſie ſich aus den vorſtehenden Beobachtungen ergiebt, ſcheint ihren Urſprung in einer beſtändigen natürlichen inneren Wärme vermöge der phyſikaliſchen Beſchaffenheit der Erde zu haben.“

„Man hat behauptet, die Wärme in den Bergwerken rühre von den Bergleuten, von den Pferden und vom Brennen der Lichter her; dieſe Urſachen können aber die Temperatur höchſtens um 1° oder 2° erhöhen, da man zur Sicherheit der Grubenarbeiter beſtändigen Luftzug zu unterhalten genöthigt iſt. Noch andere haben dieſe Wärme einer Zerſetzung der Schwefelkieſe zuſchreiben wollen, an welchen die Steinkohlen und die ſie begleitenden Erdſchichten immer ſehr reich ſind, und ſuchen darin die Urſache der hohen Temperatur der heiſsen Quellen. Dieſe Meinung ſcheint aber nicht haltbar zu ſeyn. Zwar ſind die ausgedehnten Steinkohlenlager Groſs-Britanniens auſserordentlich reich an Schwefelkieſen, aber noch nie hat man Schwefelkies an ſeiner Geburtsſtelle ſelbſt und in ſeiner natürlichen Lage zerſetzt gefunden, obſchon die Steinkohlen viel Waſſer enthalten und kohlenſaures Gas und Kohlenwaſſerſtoffgas entbinden, nie aber atmoſphäriſche Luft; und allein wenn Sauerſtoffgas auf ſie einwirkt, zerſetzen ſich die Kieſe. Wären die Schwefelkieſe in ihrer natürlichen Lage (*in situ*) einem Zerſetzen unterworfen, ſo würde der gröſste Theil der Steinkohlenlager in der gan-

zen Welt durch Selbſtentzündungen zerſtört ſeyn; ſolche freiwillige Entzündung findet in den Steinkohlengruben aber bloſs da Statt, wo man die Schwefelkieſe unter den Abfall wirft und atmoſphäriſche Luft und Feuchtigkeit Zutritt zu ihnen hat. Gäben ſich zerſetzende Schwefelkieſe den heiſsen Quellen ihre Temperatur, ſo würden dieſe immerfort in Temperatur und Miſchung variiren, je nachdem ſich die Kieſe in gröſserer oder geringerer Ausdehnung zerſetzten *).

*) Der verewigte Gilbert hatte dem Obigen noch einen aus den Schriften der Wernerian Society entlehnten Aufſatz von Hrn. M. Miller hinzugefügt, der aber keine Thatſachen enthält, ſondern nur einen Verſuch, die Temperaturzunahme, wie auch ſchon ſonſt geſchehen iſt, durch Verdichtung der in die Schächte hinabſtrömenden Luft zu erklären. Das Unhaltbare dieſer Erklärungsweiſe — die offenbar einem Miſsverſtändniſs, über die Urſachen der Temperaturabnahme mit der Höhe in freier Luft, ihr Daſeyn verdankt — iſt leicht zu erweiſen. Ich benutze indeſs dieſen Raum nur, um in gedrängter Kürze, die vorzüglichſten der älteren Beobachtungen hinzuzufügen, und folge dabei zunächſt der Zuſammenſtellung im 13t. Bd. d. Ann. de Ch. et Phys. (*P.*)

I. Gensane, Director der Gruben zu Giromagny, 3 Lieues von Béfort in den Vogeſen, fand daſelbſt die Temperatur: bei 101 Meter Tiefe, 12°,5 C.; bei 206 M. 13°,1 C.; bei 308 M. 19°,0 C.; und bei 433 M. 22°,7 C.

II. Sauſſure (Voyage §. 1088) fand, in einem Schachte bei *Bex* (Canton Bern) in welchem nicht gearbeitet wurde, die Temperatur der Luft und des ſtehenden Waſſers bei 108 Meter Tiefe: + 14°,4 C.; bei 183 Meter: + 15°6 C. und die einer Salzquelle am Grunde des Schachtes bei 220 Meter: + 17°,4 C.

III. D'Aubuiſſon giebt über die Temperatur der Gruben in der Gegend von Freiberg folgende Angaben (über ſie und einige ältere Beobachtungen iſt auch nachzuſehen Journ. de Physiq. p. Delametherie Tom. 62. p. 443):

1) Grube *Befchert Glück*.

Das Thermometer in offener Luft nahe an der Grube			— 4° C.;
Am Eingang des Schachtes, durch welchen die Luft ausftrömte			+ 10°,0 —
In 120 Meter Tiefe, in einem Wafferftollen 1200 Meter		vom Schacht	+ 10°,0 —
- 160	- -	das Waffer in einer Strecke nahe am Schacht	+ 11°,2 —
- 220	- -	in einer Strecke, wo ein geringer Luftzug war	+ 11°,2 —
- —	- -	dafelbft in einem Wafferftrahl, der Armes dick aus dem Felfen drang	+ 12°,5 —
- 260	- -	in einer Strecke, wo kein Luftzug war	+ 15°,0 —
- —	- -	dafelbft in einer ftarken Quelle	+ 13°,8 —
- 300	- -	im Tiefften der Grube	+ 15°,6 —
- —	- -	im ftehenden Waffer dafelbft	+ 15°,6 —

2) Grube *Himmelfahrt*.

Das Thermometer zeigte in freier Luft			— 4°,0 —
In 100 Meter Tiefe, im Wafferftollen			+ 10°,0 —
- 172	- -	in einer Strecke, wo nicht gearbeitet wurde	+ 12°,5 —
- 224	- -	in der Luft dafelbft	+ 15°,0 —
- —	- -	in dem aus dem Felfen hervordringenden Waffer	+ 14,24 —
- 250	- -	im Tiefften, wo nur 4 bis 5 Arbeitern vorhanden, in der Luft	+ 15°,0 —
- —	- -	im ftehenden Waffer dafelbft	+ 14,7 —

3) Grube *Kuhfchacht*, diejenige, die um Freiberg herum die gröfste Tiefe (412 Meter fenkrecht) hat.

Das Thermometer zeigte in freier Luft			— 2°,5 C.;
Am Eingang des Schachtes			+ 10°,0 —
In 215 Meter Tiefe			+ 12°,5 —
- 271	- -	oberhalb der Fläche des ftehenden Waffers	+ 15°,0 —
		im Waffer felbft	+ 16°,3 —

Von 295 Meter an, unterhalb der Oberfläche der Erde, ftand die Grube damals unter Waffer.

4) Grube *Jung hohe Birke*, die nur einen Schacht befitzt, damals 350 Meter Tiefe hatte und nahe 60 Meter hoch voll Waffer war.

Das Thermometer zeigte aufserhalb der Grube		0°,0 C.;
In 78 Meter Tiefe,	im Wafferftollen, in der Luft daf.	+ 10°,0 —
- — - -	- - im Waffer daf.	+ 9°,4 —
- 117 - -	im ftehenden Waffer eine Strecke, die unter dem Wafferftollen liegt	+ 11°,2 —
- — - -	im Waffer dafelbft, das aus der Decke fickerte	+ 10°,0 —
- 156 - -	in der Luft einer Strecke	+ 13°,8 —
- 195 - -	in der Luft einer Strecke	+ 15°,0 —
- — - -	im ftehenden Waffer dafelbft	+ 13°,8 —
- 312 - -	in der Luft einer Strecke, die 3 — 4 Meter oberhalb des Waffers lag; 80 Meter entfernt von den Arbeitern	+ 17°,2 —
- — - -	im ftehenden Waffer dafelbft	+ 17°,2 —
- 315 - -	im Waffer, das die Grube zum Theil erfäufte	+ 17°,2 —

Auch fand D. das Waffer zweier in gleicher Tiefe liegenden Strecken, in welcher einen gegen 20 Mann arbeiteten, in der andern aber nicht gearbeitet wurde, von gleicher Temperatur.

IV. Eine vorzügliche Berücksichtigung verdienen die Beobachtungen, die Hr. Ober-Berg-Hauptmann v. Trebra zu Freiberg in einigen Gruben anftellen liefs. Es wurden nämlich nur folche Stellen ausgefucht, die fern von den umgehenden Arbeiten lagen, wo der wenigfte Luftzug war und wo nicht einmal vorbei gefahren wurde. An diefen wurden Vertiefungen in den Felfen ausgehauen, die Kugel des Thermometers hineingefetzt, das Behältnifs mit einer Glasthür verfchloffen und noch oben drein mit einer Breterthür, zu der nur diejenigen die Schlüffel hatten, denen die Beobachtungen anvertraut waren. So wurde in der Grube *Befchert Glück*, vom Aug. 1805 bis Aug. 1807, täglich 3mal am Tage beobachtet und man fand, auf der 2ten Gezeugftrecke (die

Tieſe iſt nicht angegeben) das Thermometer faſt beſtändig auf $+ 9\frac{1}{2}°$ R, in der 6ten Gezeugſtrecke, 294 Fuſs tiefer, unveränderlich auf $+ 12°$ R.

Eben ſo wurden im Jahre 1815 mit 4 Thermometern die Beobachtungen in der Fundgrube *Alte Hoffnung Gottes* zu *Groſsvoigtsberg* angeſtellt und gefunden,

bei Tiefen von: $255\frac{1}{2}$; $601\frac{1}{2}$; 953 ; $1348\frac{1}{2}$ Fuſs,

die Temperaturen: 7° ; $10\frac{1}{4}$; 12° ; 15° R.

Auch in der Grube Himmelsfürſt wurden ähnliche Beobachtungen gemacht, Hr. v. T. bemerkt, daſs dieſe 3 Gruben, in einer Entfernung von etwa 3 Meilen auseinander liegen, und zwar im Gneusgebirge, wo ſich keine beträchtlichen Quantitäten von Kieſen oder brennbaren Foſſilien je haben finden laſſen. Er nimmt an, daſs die Temperaturzunahme hier ungefähr 1° R auf 150 Fuſs Tiefe betrage, und fügt hinzu, daſs auch in den Gruben *Ungarns* Beobachtungen mit Thermometern in freier Hand angeſtellt worden ſind, die gleiche Verhältniſſe zeigten, aber freilich nicht mit der Zuverläſſigkeit, wie die hier in den Felſen eingelaſſenen Thermometer (Geogr. Ephem. XLIX. p. 432). Aehnliche Reſultate theilt auch Hr. Prof. Lampadius mit, in ſeinem: Syſtematiſchen Grundriſs der Atmosphärologie. Freiberg, 1806.

V. Im Jahre 1806 ſtellte Hr. D'Aubuiſſon nachſtehende Temperaturbeobachtungen in zwei verſchiedenen Gruben von *Bretagne* an.

1) *Poullaouen*, die erſte von dieſen, liegt in 48° 17′ 49″ N. B. und 5° 55′ 57″ öſtlich von Paris und das Mundloch des Schachtes Saint Georges, 106 Meter über dem Meere. Dieſer Lage nach muſs, theoretiſchen Beſtimmungen zufolge, die mittlere Temperatur daſelbſt 11°,5 C. betragen.

Das Thermometer zeigte in der Mitte des Tages (5. Sept.) im Freien		+ 19° C.
In 16 Meter Tiefe, im ſtehenden Waſſer, einer	Strecke nahe beim Schacht	+ 13°,1 –
- 39 - -	im Waſſer, das in der Strecke St. Georges (in groſser Entfernung von den Arbeitern) aus der Decke herabſickerte	+ 11°,9 –

In 39 Meter Tiefe,	in demselben Waffer, nach dem es zum Schacht gelangt war	+ 12°,1 C.
- 75 - -	im Waffer, am Ende einer langen Strecke, entfernt von den Arbeitern	+ 11°,9 —
- 142 - -	im Tieffsten des Schachtes St. Georges, im Sumpfe daselbst	+ 14°,2 —
- 141 - -	die Luft daselbst, oberhalb des Sumpfes	+ 15°,0 —
- 150 - -	im Tieffsten des Schachtes St. Barbe, im Sumpfe	+ 13°,5 —
- — - -	die Luft daselbst, oberhalb des Sumpfes	+ 14°,4 —
- — - -	im Waffer, das aus den verlaffenen Strecken zu diesem Sumpfe fliesst. *)	+ 13°,3 —
- 140 - -	in der Galerie du Four nahe beim Schachte St. Barbe, deren Wände überall mit zum Theile efflorescirtem Strahlkies (Pyrite rayonné) bekleidet waren, zeigte das Thermometer in einer Spalte, wo es 15' Minuten lang blieb	+ 14°,6 —
- — - -	daselbst, in einem kleinen Loche, aus dem eine ziemlich starke Quelle hervordrang	+ 14°,6 —

2) Huelgoat, die 2te Grube, liegt in 48° 17' 17'' N. B. und 6° 1' 46'' östlicher Länge von Paris, und das Mundloch des Förderschachtes 173 Meter über dem Meere. Die mittlere Temperatur wäre diesemnach 11° C. Der Felsen ist wie um Poullaouen Thonschiefer, enthält aber hier einige Schichten Alaunschiefer. Das Thermometer zeigte, am 5. Sept.:

In einer Strecke, ungefähr 15 Meter unter dem Stollen, seit mehrern Jahren gänzlich verlaffen u. ohne Luftzug 11° C.

*) Diese aus den oberen Theilen der verlaffenen Gruben herkommenden Waffer tragen hier, wie Hr. D. bemerkt, hauptsächlich dazu bei, die Temperatur zu erniedrigen.

In 70 Meter Tiefe,	im ſtehenden Waſſer, einer Strecke, die mit dem übrigen Theile der Grube in keiner Verbindung ſtand	12°,2 C.
- 60 - -	in einer Strecke, wo ſtarker Luftzug war, und viel Waſſer herabträufte	13°,7 —
- 80 - -	im ſtehenden Waſſer, einer Strecke, die im vollen Betriebe ſtand und wo ſtarker Luftzug war	15° —
- 140 - -	in einem Waſſerbehälter, nahe beim Schachte	17° —
- 230 - -	in einer Strecke, in einem ſchwach vitrioliſchen Waſſer, das in groſser Menge aus dem Felſen floſs	19°,7 —
- — - -	in dem aus dieſem Waſſer gebildeten Bach, 60 Schritt weiter gegen den Schacht hin	19°,7 —
- — - -	in der Luft daſelbſt	10°7 —
- 238 - -	im Waſſer, das 16 Meter hoch, das Tiefſte der Grube ausfüllte	18°,8 —

Die Beobachtungen (von der 4ten an) im ſüdlichen Theile der Gruben haben, bemerkt Hr. D., offenbar durch den Zutritt der vitrioliſchen Waſſer einen ſtörenden Einfluſs erlitten und die ungewöhnliche Temperaturerhöhung ſey hier der Zerſetzung des Schwefelkieſes zuzuſchreiben, aber nur desjenigen, der kaum wahrnehmbar die ganze Maſſe der Steinkohlen durchzieht; der Schwefelkies in Maſſen bewirke keine Temperaturerhöhung, auch ſeyen es nicht die an Schwefelkies reichſten Steinkohlen, welche im Innern der Gruben, die, unter dem Namen feux griſous bekannten, ſchlagenden Wetter veranlaſſen.

VI. Hr. A. v. Humboldt theilt in den Annal. de Ch. et Ph. XIII. p. 207 nachſtehende, früher noch nicht bekannt gemachte, Beobachtungen mit.

1) Gruben in Neuſpanien (Mexico).

Guanaxuato, in 21° 0′ 15″ N. B. Höhe des Plateaus über dem Meere, 1100 Toiſen. Mittlere jährliche Temperatur der Luft wahrſcheinlich 16° C. In den tiefſten Theilen der Grube Valen-

ciana find die Arbeiter beftändig einer Temperatur von 33° C. ausgefetzt. In freier Luft fand Hr. v. H. das Thermometer im September auf 19°,3 C. Zwifchen *Defpacho del tiro nueva* und *Boveda de San Pablo*, zwifchen 100 und 200 Varas (2⅓ Vara = 1 Toife) Tiefe, auf 23°,7 bis 27°,6 C.

In den *planes* (Strecken?) von San Bernardo, bei 600 Varas Tiefe 33°,8. Die Quelle, welche aus dem Gange felbft hervorfprang, hatte 36°,8 Temperatur, fie ift 3° wärmer als die Luft der *planes*, worin die Bergleute arbeiten.

Die Grube von *Rayas*, nahe bei der von *Valenciana*, wird von den Bergleuten mit Unrecht für viel wärmer gehalten, als die *planes de San Bernardo*. Hr. v. H. fand das Thermometer in freier Luft nahe am Mundloche des Stollens (Boca de la mina) auf 20°,8 C. In den *planes* bei 230 Varas Tiefe auf 33°,7 C.

In den Gruben von *Villalpando*, 3 Lieues im Norden von Guanaxuato (auf einem Plateau von 1330 Toifen), in freier Luft: 22°,4, in den *planes* bei 160 Varas Tiefe: 29°,4.

Es war in den Gruben von Guanaxuato, wo man 1784 ein unterirdifches Getöfe hörte, das von keinem Stofse begleitet wurde. Der am 14ten Sept. 1759 aus der Erde emporfteigende Vulcan Jorullo liegt 50 Lieues von Guanaxuato. Um Guanaxuato herum giebt es heifse Quellen, welche aus einem bafaltifchen Conglomerat hervorfpringen. Die von Comangillas haben, nach Hrn. v. H., eine Temperatur von 96°,2 C.

In den Gruben von *Cabrera*, nahe bei Moran (N. Br. 20° 10′ 14″; Höhe 1331 Toifen; mittlere Temperatur wahrfcheinlich 15°,8 C.) hatte die äufsere Luft 10° bis 11°,8 C. In der Galerie *del Conde de Regla*, bei 60 Varas Tiefe, 21°,2; das Waffer in diefer Tiefe: 17°,1.

In dem Dorfe *Tehuilotepec*, bei *Tasco* (Breite 18° 35′ 0″, Höhe 919 Toifen, mittlere Temperatur wahrfcheinlich 20° C.) war die Temperatur der Luft aufserhalb der Grube am Tage 25° bis 26°, in der Nacht 16° bis 17°. In der Galerie von San Ignacio (wo es weder Bergleute noch Luftzug gab), bei 230 Varas fenkrechter Tiefe: 24°,3, in dem Grubenwaffer bei derfelben Tiefe:

20°. Bei *Moran* waren die Grubenwasser 4°, und bei *Tehuilotepec* 4°,3 kälter als die Luft in den Gruben. *)

2) Gruben in Peru.

Die einzigen Beobachtungen, die in grofser Tiefe, aber zugleich in einer um mehr als 1800 Toisen über dem Meere liegenden Gegend, gemacht wurden, find die von Hualgayoc nahe bei Micuipampa auf dem Rücken der Andes von *Chota*; füdl. Breite: 6° 43′ 38″; Höhe des Plateaus 1816 Toifen; mittlere jährliche Temperatur der Luft wahrfcheinlich 7°,8 C. Das Erz führende Gebirge von Hualgayoc, welches auf dem Plateau ifolirt fteht, fcheint mehr als 2100 Toifen Höhe über dem Meere zu haben. In freier Luft fand Hr. v. H. das Thermometer auf 5° bis 6° C.

In der *Mina de Guadalupe*, die Luft in einer Galerie: 14°,3; das Waffer dafelbft: 11°,2. In der *Mina del Purgatorio*, welche äufserft trocken ift: 19°,6.

Diefe Temperatur von 19°,6 im Innern der Erde, faft in der Höhe des Pics von Teneriffa, bemerkt Hr. v. H., ift ohne Zweifel fehr merkwürdig. Das Thermometer fteht in diefen Gegenden am Tage auf 5° bis 9°; in der Nacht auf 0°,4 bis + 2°. Der Ort, wo ich in der Grube Purgatorio die Temperatur gemeffen habe, liegt nahe 30 Toifen niedriger als der bei der Grube Guadalupe. Es ift faft unmöglich, die Tiefe in Bezug auf die Oberfläche des Bodens zu beftimmen, weil das ifolirte Gebirge, in welchem die Gruben ausgehöhlt sind, fehr unregelmäfsige Abhänge befitzt. Es ift hinreichend, anzuführen, dafs die *planes* der beiden Gruben ein wenig oberhalb des Plateaus von Micuipampa, und 250 bis 300 Toifen unterhalb des Gipfels des Gebirges von Hualgayoc liegen. Zwei Punkte im Innern des Gebirges, bei 1840 Toifen abfoluter Höhe, haben folglich die Temperatur von 14°,3 und 19°,6 C., während die Luft umher

*) In den Gruben von Saint - Ana (Königreich Neu - Granada) fand Hr. v. H. die Luft überall auf 21°,4; die Luft dafelbft im freien, am Tage auf 22°,5, in der Nacht auf 18°7; die Grube hat aber kaum eine Tiefe von 35 Toifen. Sie liegt in 5° 10′ nördlicher Breite, 500 Toifen über dem Meere, in einer Region, wo die mittlere Temperatur der Luft wahrfcheinlich 21° oder 22° ift.

eine mittlere Temperatur von 7°,8, und die Grubenwaffer an denfelben Orten 11°,2 befitzen.

Einige ältere namentlich in Gruben am Fichtelgebirge gemachte Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt finden fich in deffen Werke: Ueber die unterirdifchen Gasarten u. f. w. (Braunfchweig, 1799) im 3ten Capitel; auch hat Hr. v. H. in Verbindung mit Hrn. Freiesleben fchon 1791 eine lange Reihe von Beobachtungen über die Temperatur der Gruben zu Freyberg angeftellt. Er fand in den Gruben Kuhschacht und Segen Gottes Herzog Auguftus, bei 120 und 150 Meter Tiefe, die Luft von 13° bis 14° C., während die Temperatur der äufsern Luft im Januar + 3° und + 4° war. Die mittlere Temperatur von Freyberg fchätzt Hr. v. H. auf 7° oder 8°, da die von Berlin höchftens 8°,5 C. beträgt.

VII. Minder entfcheidende Refultate, haben die Beobachtungen des Bergmeifters Claes Wallman in den Gruben von Fahlun (Kongl. Vetensk. Ac. Handl. år 1821) geliefert. Er fand nämlich

in Tiefen von: 43½; 65½; 75; 100; 140; 171; 192 Lachter,
die Temp. folgweife: 11°; 14; 17; 20; 15; 14; 13° R.

Es fcheinen hier mehrere Umftände ftörend eingewirkt zu haben, und deshalb übergehe ich fie, zumal auch fchon Hr. v. Berzelius im Jahresberichte für 1822 p. 149 fich über diefelben ausgefprochen hat. Das intereffantefte Factum, was fie enthalten, möchte vielleicht das feyn, dafs an einer Stelle, in 105 Faden Tiefe, fich noch die Spuren eines dafelbft vor 20 Jahren Statt gehabten Brandes nachweifen liefsen, indem hier die Temperatur, höher als an den übrigen Orten, + 30° (R.?) gefunden wurde. Es beweift diefs, wie auch Hr. af Forfelles in einem Zufatze zu Wallman's Beobachtungen bemerkt, wie langfam die Erkaltung des Gefteins vor fich gehe, da wo fie nicht durch Luftzug u. f. w. befchleunigt wird.

VIII. Noch verdient hier die Bemerkung von Hrn. Arago eine Stelle, dafs die Beobachtungen in den Kellern der Parifer Sternwarte, bei 28 Meter Tiefe, eine Temperatur anzugeben fcheinen, die um 1° C. höher ift, als die mittlere Temperatur der Luft in Paris. Doch enthält fich derfelbe aller Folgerungen hieraus, da es ihm zweifelhaft fcheint, ob die letztere hiezu durch das ge-

wöhnliche Verfahren hinreichend genau bestimmt ist (Ann. d. Ch. et Ph. XIII. 211).

IX. Im Juli 1824, theilte Hr. Arago der K. Akademie neue Beobachtungen über die Temperatur der Quellen zu *Artois* in Flandern mit, aus welchen hervorgeht, dafs die Quelle *Saint Venant*, die aus einer Tiefe von 100 Metern hervor kommt, beständig eine Temperatur von + 14° C. besitzt, während die mittlere Temperatur jener Gegend höchstens + 11° C. seyn kann. (Ann. d. Ch. et Ph. XXIX. 317.)

X. Auch mufs ich hier noch der vom Hrn. v. Buch gemachten interessanten Beobachtungen erwähnen, über die relativ hohe Temperatur des Bodens in Finnmarken, wo an einem Orte Gras unter dem Schnee fortwächst; mufs aber darüber auf dessen Werk (Reise durch Norwegen und Lappland. 2ter Theil p. 89.) selbst verweisen.

Endlich mögen auch die *heissen Quellen* hier wenigstens *genannt* seyn, da sie, worüber wohl Viele einig sind, vielleicht dasselbe im Grofsen beweisen, was man im Kleinen aus den, zum Theil nicht einwurfsfreien, Grubenbeobachtungen geschlossen hat. Es sey indefs genug ihrer erwähnt zu haben, da sie und alle mit dem Vulkanismus nachweisbar zusammenhängenden Erscheinungen nicht Gegenstand dieses Aufsatzes seyn sollten.

Poggendorff.

IV.

Versuch über Ludwig Wilhelm Gilbert's Leben und Wirken;

von

Dr. Ludwig Choulant,

Professor an der chirurgisch-medicinischen Academie zu Dresden.

Ludwig Wilhelm Gilbert,

Doctor der Philosophie und Medicin, ordentlicher Professor der Physik an der Universität zu Leipzig, Mitglied der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem und zu Kopenhagen, der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, der Batavischen Gesellschaft der Naturkunde zu Rotterdam, der Jablonowsky'schen Gesellschaft zu Leipzig, der ökonomischen Gesellschaft zu Dresden und zu Potsdam, der mineralogischen Gesellschaft zu Dresden und zu Jena, der physikalischen Gesellschaften zu Frankfurt, Gröningen, Halle, Heidelberg, Leipzig, Marburg und Rostock; so wie der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu Petersburg, der Königl. Academieen der Wissenschaften zu Amsterdam, Berlin und zu München, und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen correspondirendes Mitglied,

wurde geboren zu Berlin am 12. August 1769 als ältester Sohn des Advocaten und Hoffiscal am Kammergerichte, Ludwig Dietr. Gilbert aus Fehrbellin, dessen Voreltern, bei Aufhebung des Edicts von Nantes, Metz verlassen und sich nach Deutschland gewendet hatten. Schon als sechsjähriger Knabe (am 7. October 1775) verlor unser Gilbert seinen Vater, der ihm bereits die Lust zu geographischen Studien, die er selbst sehr liebte, so weit mitgetheilt hatte, daſs er auf der ihm vorgelegten Karte schon ziemlich bewandert war. Seine Mutter, eine höchst verständige, treffli-

che Frau, die ihn auch überlebte, übernahm nun ſeine alleinige Pflege und brachte ihn im Mai des Jahres 1776 auf das erſt zwei Jahre vorher geſtiftete Philanthropin zu Deſſau, wo er den Unterricht Campe's, Baſedow's, Wolke's und einiger jungen Schweizer genoſs. Unter dem Profeſſor Buſſe entwickelte ſich ſeine Liebe zur Mathematik ſehr bald und er machte darin bedeutende Fortſchritte; auch zeigte ſich dort ſchon der Grundcharacter ſeines ſpätern Lebens: Fleiſs und Ernſt in den Lehrſtunden, Frohſinn in der Erholungszeit. Mit dem Kupferſtecher Kolbe wohnte er dort auf einem Zimmer zuſammen, wodurch ſich wahrſcheinlich ſeine fortwährende Liebe zu den zeichnenden Künſten, namentlich zum Kupferſtich, entwickelte. Insbeſondere aber nahm der Profeſſor Neuendorf ſich ſeiner damals und auch ſpäterhin wahrhaft väterlich an. Im Frühling des Jahres 1786 bezog Gilbert, da ſeine Mutter ohne Vermögen mit ſeinen fünf Geſchwiſtern geblieben war und er ein damals ſchon fälliges Stipendium zu genieſsen hatte, die Univerſität Halle, holte hier durch Privatfleiſs nach, was ihm durch ſeinen zeitigen Abgang von der Schule noch mangelte, und benutzte in den Feierſtunden weniger die ihm eröffneten vortheilhaften Familienbekanntſchaften, als vielmehr den Umgang mit gebildeten Männern (namentlich Spatzier, Müller und Schwerin) beim Luſtwandeln im Freien. Auſser dieſen Männern rühmte er noch in ſpätern Jahren die Belehrung und Unterſtützung der Herren Eberhard, Bartels, Karſten, Richter, Madeweis, Voigtel, Reichardt, und der beiden Sprengel, von denen

namentlich der verſtorbene Sprengel ihn zu Correcturen brauchte und hervorzog. Seine Hauptſtudien blieben immer Geographie und Mathematik und ſchwer wollte er ſich zu einem Brodſtudium entſchlieſsen. Am 15. December 1794 promovirte er als Doctor der Philoſophie und fing im darauf folgenden Jahre an Vorleſungen über Mathematik, ſpäter auch über Phyſik zu halten, wurde Obſervator an der Sternwarte, noch in demſelben Jahre (1795) auſserordentlicher Profeſſor, und im Jahre 1798 auch Unterbibliothecar. Nachdem der verdiente G r e n am 26. November 1798 geſtorben war, wurde Gilbert ſein Nachfolger in den Lehrvorträgen über Phyſik und Chemie, in der Redaction der Annalen der Phyſik und im Jahre 1801 auch in der ordentlichen Profeſſur der Phyſik und Chemie. Im Jahre 1808 erhielt er von der Univerſität Greifswalde das Diplom als Doctor medicinae und im Jahre 1811 den Ruf als ordentlicher Profeſſor der Phyſik an der Univerſität Leipzig, den er auch annahm. In dieſem Berufe, den er am 26. September 1811 öffentlich antrat, blieb er ununterbrochen und unermüdet thätig bis zu ſeinem leider zu früh erfolgten Tode, der am ſiebenten März 1824, Sonntags Abends zehn Uhr, erfolgte. Am Freitage Abend hatte er noch einer glänzenden Geſellſchaft beigewohnt, am Sonnabend Vormittags noch ſeine gewöhnlichen Vorträge gehalten und über nichts als eine geringe Unpäſslichkeit geklagt, die ſich aber bald als eine ſchnell tödtliche Darmentzündung auswies, der ſein ohnedies ſchwächlicher Körper ſchnell unterliegen muſste.

Wir haben gefliſſentlich dieſe äuſseren Verhältniſſe von Gilberts Leben in eine ſo kurze Ueberſicht zuſam-

mengefaſst, um uns nun deſto ungeſtörter dem zu-
wenden zu können, was das ſtille Leben eines Gelehr-
ten erſt erwähnungswerth macht, nämlich zu dem,
was Gilbert in der gelehrten Welt zu leiſten verſuch-
te, was er wirklich leiſtete und wie er dahin kam, es
zu leiſten. Sind dieſe Erörterungen überhaupt noth-
wendig bei jedem biographiſchen Verſuche über einen
Gelehrten, ſo werden ſie bei Gilbert, dem Vielver-
dienten und Vielverkannten, um ſo unerläſslicher er-
ſcheinen.

Das Verdienſt, welches ſich der vieljährige acade-
miſche Lehrer durch ſeine Vorträge erwirbt, und das
in ſeinen Folgen als ein höchſt wichtiges und wohl-
thätig in die fernſten Zeiten hinübergreifendes erkannt
werden muſs, wird ſeit dem allgemeinen Gebrauch
der Preſſe häufig ſo verkannt, daſs man dem Gelehr-
ten gewöhnlich nur das als eigenes Verdienſt anrech-
net, was er als Schriftſteller geleiſtet hat, daher auch
ſo mancher derſelben den ſtillen Beruf des Lehrers
über dem glänzenden des Schriftſtellers verſäumt. Gil-
bert erfüllte beides nach ſeinen beſten Kräften, wir
ſprechen aber zuvörderſt von ſeiner öffentlichern
Wirkſamkeit als Schriftſteller, weil wir für dieſe das
Geſagte mit Zeugniſſen belegen können, und uns ſo
für dasjenige Glauben zu verdienen hoffen, was wir
von der ſtillern Wirkſamkeit Gilberts als academi-
ſchen Lehrer ſpäter zu berichten haben.

Es giebt aber einen doppelten Weg, ſich durch
ſchriftſtelleriſche Thätigkeit Verdienſte um die Wiſ-
ſenſchaft und einen Ehrennamen in der gelehrten
Welt zu erwerben; nur hängt es meiſtens nicht von
dem Gelehrten ſelbſt ab, den einen oder den andern

zu betreten. Manchen führt der inwohnende ſchöpferiſche Genius dahin, einzelne Zweige ſeiner Wiſſenſchaft mit Vorliebe zu erfaſſen, neue Anſichten ihnen abzugewinnen, ſie durch wichtige Entdeckungen zu bereichern, durch neue Aufſchlüſſe zu beleuchten, und ſo vielleicht eine Umgeſtaltung mit ihnen vorzunehmen, oder eine ſolche vorzubereiten, die für längere Zeit eine herrſchende bleibt und als weſentliche Verbeſſerung der Wiſſenſchaft zu betrachten iſt. Andre dagegen zieht es, ihrer geiſtigen Richtung gemäſs, mehr an, das Ganze der Wiſſenſchaft ins Auge zu faſſen, für die formelle Ausbildung derſelben zu ſorgen, das Vorhandene zu ſammeln und lichtvoll zu ordnen, Verbreitung des Neuen zu befördern, aber auch daſſelbe zu prüfen und zu ſichten, damit nur Geläutertes zum ſtattlichen Baue der Wiſſenſchaft verwandt werde. Daſs beide Wege ſich Verdienſt um die Wiſſenſchaft zu erwerben, nothwendig und gleich achtbar ſind, daſs Reformatoren ganzer Wiſſenſchaften auf beiden Wegen ſich finden können, iſt unläugbar und die Namen Newton und Baco von Verulam können allein ſchon das Geſagte erläutern. Vor allem kommt es aber darauf an, daſs der Gelehrte auf dem einen ſowohl, als auf dem andern Wege ſeinen Beruf wahrhaft erkenne, und das unabläſſig verfolge, wozu ihn die Natur beſtimmt hat. Der Mann, welcher als Ordner der Wiſſenſchaft ſich ein ſtilles, aber groſses Verdienſt um Geſtaltung, Ausbreitung und Förderung derſelben erworben haben würde, wenn er ſeinen Beruf als ſolcher wahrhaft erkannt hätte, wird Verwirrung und Irrthum in die Wiſſenſchaft bringen, wenn er, ſeiner Beſtimmung zuwider, als Erfinder und Re-

formator auftreten will, er verliert den Ueberblick des Ganzen, ohne dies durch überwiegende Förderung des Einzelnen zu ersetzen, und eben so wird auf der andern Seite der, welcher Erfinder im Einzelnen seyn konnte, sich um dies Verdienst bringen, wenn er, statt einem einzelnen Zweige sich mit Vorliebe hinzugeben, Sammler, Ordner und Sprecher für das Ganze seyn will. Beispiele zum Beleg des Gesagten werden jedem, dem die Geschichte der Wissenschaften nicht fremd ist, in Menge beifallen, und er wird uns daher die Anführung derselben, die unangenehm berühren könnte, gern erlassen.

Wir mußsten uns aber über diese Verhältnisse etwas ausführlicher verbreiten, weil gerade die Verständigung darüber uns den Schlüssel zu einer wahrhaften Beurtheilung Gilberts in die Hand giebt. Es muſs nämlich als ein besonderes Lob des Verewigten ausgesprochen werden, daſs er in allen seinen wissenschaftlichen Bestrebungen seinen wahren Beruf nie verkannte, und daſs er sich durch keine Lockungen verleiten lieſs, der einmal erkannten Bestimmung untreu zu werden, den vorgezeichneten Weg des Wirkens, so dornig und unfruchtbar er auch oft erscheinen muſste, zu verlassen. Gilbert erkannte klar, was er wollte und konnte, und diese auf lichtvollem Selbstbewuſstseyn gegründete feste Selbstständigkeit im wissenschaftlichen Wirken, hat ihn in seiner verhältniſsmäſsig kurzen Lebenszeit zu einem Ziele geführt, das, so wenig es ihm auch selbst genügen mochte, doch auf eine dankbare Anerkennung von Seiten der überlebenden Zeitgenossen und der Späterkommenden Anspruch macht.

Ohne einen befondern Zweig der phyfikalifchen und chemifchen Wiffenfchaften mit Vorliebe zu bearbeiten, hatte er fich das Ganze derfelben vollkommen angeeignet, und wenn dies früher vorzüglich als gewiffenhafte Vorbereitung für das Lehrfach diefer Wiffenfchaft gefchah, fo wurde doch, als er im Jahr 1798 feine *Annalen der Phyfik* begann, in einem fehr frühen Lebensalter es ihm völlig klar, dafs er feine wiffenfchaftliche Thätigkeit darein fetzen müffe, ein Organ für die Geftaltung der Phyfik und Chemie zu feyn, und dafs er diefem mühfeligen Berufe alle anderweitige Lieblingsforfchungen, alle Freiheit im literarifchen Wirken, ja felbft die Freuden und Annehmlichkeiten des Lebens opfern müffe. Und dies hat er redlich bis an fein Ende gehalten. Nur der Sachkundige kann es beurtheilen, was es heifsen wolle, in einer Zeitfchrift die Riefenfortfchritte der Phyfik und Chemie ausdauernd und auf eine folche Weife zu begleiten, wie es in den Gilbert'fchen Annalen der Phyfik feit mehr als einem Vierteljahrhundert wirklich gefchehen ift. Gilbert verfchmähte es, feine Annalen zu einem dürftigen Notizenblatte für Neugierige und Vielwiffer, oder zur parteiifchen Stimme Einer Schule oder Einer Nation zu machen; er erhob es zu einem überall gültigen Sprecher über die gefammte Phyfik und Chemie, und diefen Werth derfelben hat, mehr felbft als Deutfchland, das Ausland fortdauernd anerkannt. Es werden die Annalen aber auch für den künftigen Forfcher in diefen Fächern die fchätzbarfte Fundgrube bleiben, ein Denkmal deutfchen Geiftes und deutfchen Fleifses. Und wahrlich, nicht leicht wurde diefer Kranz errungen, denn nicht leicht machte fich Gilbert felbft feine Aufgabe: er

wuſste, daſs der Menſch nach dem Beſten ſtreben müſſe, wenn er das Gute erreichen will. Kein ihm eingeſandter Auſſatz wurde, ohne von ihm durchſindirt und verbeſſert worden zu ſeyn, aufgenommen, wenn es gleich nicht überall bemerkt iſt. Seine eigenen Arbeiten darin ſind die mühſeligſten und doch zugleich ſchön und klar geſchriebenen Abhandlungen über die neueſten, ſtreitigſten und wichtigſten Gegenſtände der Phyſik und Chemie, die er aus den wiſſenſchaftlichen Zeitſchriften, Sammlungen und Werken des Auslandes nicht überſetzte und übertrug, ſondern wahrhaft auf deutſchen Boden verpflanzte. Und dennoch gab er dieſe mühevollen Arbeiten, die er mit vollem Rechte ſein Eigenthum hätte nennen können, nie anders als unter der Verfaſſer Namen, mit dem beſcheidenen Zuſatze: „frei bearbeitet von G." Nichts Wichtiges und wahrhaft Wiſſenſchaftliches auf dem weiten Gebiete der Phyſik und Chemie entging ihm, weil er unabläſſig bemüht war, das ganze Gebiet dieſer Wiſſenſchaften in vollſtändigem Ueberblicke zu behalten; ein Beſtreben, wozu Arbeiten, Koſten und Aufopferungen gehörten, von denen die minder ſtrengen Notizenſammler und Journaliſten, die ſich ihm zur Seite ſtellen wollten, wohl kaum einen Begriff haben konnten. Er durfte mit vollem Rechte die geſammte Folge der unter ſeinem Namen erſchienenen Annalen als ſein rechtmäſsiges, wenn gleich nicht unbeſtrittenes Eigenthum betrachten, und mit Recht konnte er wohl am Schluſſe des fünf und zwanzigſten Jahrganges derſelben in rührenden, ewig denkwürdigen Worten klagen, wie dieſe Rieſenarbeit alle ſeine fernern Pläne verſchlungen habe! Und dennoch be-

gann er mit freudiger Zuverficht einen neuen Zeitraum der ungeheuren Arbeit, nicht ahnend, wie bald er davon durch den Tod abgerufen werden würde. Aber die Arbeit felbft war gethan und ein ruhmvolles Denkmal hat er dadurch fich für immer gefetzt. Der Gang der chemifchen und phyfikalifchen Wiffenfchaften ift kräftig durch die Annalen gefördert, Liebe für ächte Wiffenfchaftlichkeit in diefen Zweigen ift genährt, der oberflächlichen und anmafsenden Afterphilofophie in diefen Fächern ift ein tüchtiger Damm entgegengefetzt worden und die Früchte wahrer und forgfältiger Forfchung finden fich dort, wie in einem fichern Archive, niedergelegt und für eine dankbarere Nachwelt aufbewahrt.

Dafs ein Mann, welcher feit mehrern Jahren in academifchen Vorträgen die gefammte Phyfik und Chemie abhandelte, und deffen Hauptbeftreben es war, fich in fortwährendem Ueberblicke diefer Wiffenfchaften zu erhalten, den Wunfch faffen mufste, ein *Compendium* derfelben auszuarbeiten, war wohl fehr natürlich. Und dennoch gelangte er nie dazu, diefes Vorhaben auszuführen. Im Jahre 1804 gab er den Verlegern des Schrader'fchen Grundriffes der Experimental-Naturlehre (Hamburg 1797. 8.) in fo weit nach, dafs er fich entfchlofs auf ihr Verlangen, eine zweite verbefferte Auflage diefes Buches zu beforgen, die auch (Hamburg 1804. 8.) wirklich erfchien; allein ausdrücklich verwahrt er fich in der Vorrede: „dafs hiebei auf keine Weife von einem eigenen Compendium der Phyfik die Rede fey, auf das er fich aus mehreren Gründen noch nicht einlaffen möge." Es blieb daher im Allgemeinen die Einrichtung des Originals,

und Gilbert bezeichnete ſeine Zuſätze und Verbeſſerungen dabei durch Klammern. Ganz daſſelbe geſchah, als im Jahre 1812 die dritte Auflage dieſes Grundriſſes von ihm (Leipzig, bei Cnobloch) begonnen, aber nur bis zum achtzehnten Bogen vollendet wurde. Er machte ſo groſse Forderungen an ein Compendium der Phyſik und konnte ſo wenig ſelbſt ſich in dieſer Arbeit genügen, daſs er, auch bei einem viel längern Leben, wohl nie daran gekommen wäre, ein eignes Compendium zu ſchreiben. Immer wollte er bald dieſe, bald jene Entdeckung, Anſicht und Theorie erſt mehr aufs Reine gebracht ſehen, ehe er an eine ſo umfaſſende Arbeit ginge, und allerdings vermochte er auch bei der gröſsten Sparſamkeit nicht ſo viel Zeit und Ruhe zu erübrigen, als dazu erforderlich geweſen ſeyn würde. Doch gab er ſelbſt nie die Hoffnung dazu auf, wenn gleich ſeine nähern Freunde ſie längſt aufgegeben hatten.

Von Gilbert's anderweitiger literariſcher Thätigkeit iſt wenig zu ſagen, eben weil die Redaction der Annalen und ſein Lehramt ſeine ganze für Studien verwendbare Zeit in Anſpruch nahm. Sein *Handbuch für Reiſende durch Deutſchland* (1791 — 1795) wurde von ihm geſchrieben, um die Mittel zu ſeinen fernern Studien in Halle zu erwerben, da er hier, von allen Hülfsmitteln entblöſst, auf ſich allein gewieſen war. Er hatte dieſe Arbeit nur ungern übernommen, weil er glaubte, ſeinem bereits erlangten Rufe als Mathematiker durch ein rein geographiſches Werk zu ſchaden, auch erwähnte er dieſes Buches nie und ſchien keinen Werth darauf zu legen; indeſs bewährt ſich auch hier ſein Streben nach Genauigkeit und Voll-

ſtändigkeit wie ſein Sammlerfleiſs. Seine Inauguraldiſſertation (1794 und 1795) deren Hauptgrundſatz er aber ſpäterhin wieder zurücknahm, und ſeine *Darſtellung der Geometrie* (1798) beurkunden ſein früher nur auf reine Mathematik gerichtetes Streben, welches als ſichere Grundlage ihm zu ſeinen ſpätern genauen Arbeiten ſo heilſam war. Seine Antrittsſchrift in Leipzig (1811) behandelt die wichtige Lehre von den conſtanten Verhältniſſen der chemiſchen Verbindungen und wurde ſpäter von ihm in deutſcher Sprache in den Annalen der Phyſik überarbeitet; merkwürdig ſind im lateiniſchen Originale die angehängten Streitſätze über verſchiedene phyſikaliſch-chemiſche Gegenſtände. Seine letzte ſelbſtſtändige Arbeit war die Anweiſung, bei bösartigen Fieberepidemien ſich gegen Anſteckung zu ſchützen (1813), ſie hat bei dem damals beſonders in Leipzig allgemeinen Drangſale der Kriegspeſt weſentlich genutzt und zur Verbreitug der ſo wohlthätigen Guyton-Morveauſchen Räucherungen, ſo wie zur Abſtellung des dabei möglichen Miſsbrauches das Ihrige beigetragen. So war denn die erſte und letzte von Gilbert's Arbeiten practiſcher Art; alle übrigen gehörten der reinen Wiſſenſchaft ſelbſt an.

Als academiſcher Lehrer befolgte Gilbert dieſelben Grundſätze, wie bei der Redaction der Annalen. Auch hier dieſelbe Sorgfalt, dieſelbe Umſicht, daſſelbe Beſtreben, die Wiſſenſchaft ganz zu geben und keinen einzelnen Zweig derſelben auf Koſten der übrigen vorzugsweiſe zu begünſtigen. Aus einer zahlloſen Menge von Excerpten ſuchte er in einer ſorgfältigen Vorbereitung auf jede Stunde ſeinen Schülern das Be-

währte und Wichtige zuſammenzuſtellen, und wuſste durch einen völlig freien und klaren Vortrag die todte Maſſe zu ordnen und zu beleben. In den dafür empfänglichen Lehren gab er die nöthigen einfachen mathematiſchen Formeln an und wuſste dieſe für die mathematiſch Unmündigen (leider immer die gröſsere Zahl!) allgemein verſtändlich zu entwickeln. Die nöthigen Experimente ſuchte er in den phyſikaliſchen ſowohl als in den chemiſchen Vorleſungen, unterſtützt durch den eignen und den reichen academiſchen Apparat zu Leipzig, vollſtändig zu geben; doch war die experimentelle Seite ſeiner Vorleſungen keineswegs die gelungnere; Mangel an mechaniſcher Fertigkeit, Furchtſamkeit bei explodirenden Verſuchen, Unterlaſſen der genauen Vorbereitung und der Vorverſuche, das Arbeiten mit neuen, oft ungeprüften Inſtrumenten, hatten ein öfteres Miſsglücken der Verſuche zur Folge, das ihm oft Tadel zuzog, beſonders bei der, allerdings zahlreichern, Klaſſe von academiſchen Zuhörern, welcher ein elektriſches Spielwerk mehr gilt, als die gelungenſte Demonſtration. Dafür aber entſchädigte ſein ſchöner, freier, immer feſt am Faden haltender, nie verlegener oder wiederholender Vortrag, der auch die ſchwierigſten Gegenſtände klar und allgemein verſtändlich zu entwickeln wuſste. Dabei las er pünktlich und unausgeſetzt und ſchickte jedem neuen Curſus eine geſchichtliche Einleitung voran. In Leipzig las er täglich Eine Stunde Phyſik und Eine Stunde Chemie in ganzjährigem Vortrage, oft auch noch Privatcollegia über Optik, Mechanik, chemiſche Combination u. dgl. So geſchah es, daſs Gilbert bei dem beſſern Theile ſeiner Zuhörer ſich hohe

Achtung und Liebe erwarb, weil das Streben, redlich durch ſeine Vorträge zu nützen, und die Sitte, ſie als Hauptſache, nicht als läſtige Dienſtpflicht zu behandeln, jedem ſichtbar einleuchtete. Dazu kam die Uneigennützigkeit, mit welcher er dem wirklich Bedürftigern gern das für ſo koſtſpielige und zeitraubende Vorleſungen billige Honorar erlieſs.

So Vieles durch Wort und Schrift leiſtete Gilbert wirklich, wenn er gleich mehr zu leiſten, den ernſtlichen Willen hatte; wie es ihm möglich war, das Gethane wirklich zu vollbringen, wird uns deutlich, wenn wir ihm in ſein Privatleben folgen und zuletzt ſeine wiſſenſchaftliche Denkungsweiſe überhaupt zu zeigen verſuchen.

Bei einem ſchwächlichen, im Wuchs verunſtalteten Körperbau und einer früher von Nahrungsſorgen getrübten Exiſtenz, hatte Gilbert wenig Gelegenheit zu rauſchenden Vergnügungen gehabt und ſich mehr an Zurückgezogenheit und einſame Thätigkeit am Studirtiſche gewöhnt. Dieſe Lebensweiſe führte er auch in Leipzig fort, und hier waren vorzüglich die Profeſſoren Krug, Keil, Gehler, Mollweide, Heinroth, Clodius, der Finanzrath Campe, Hofrath Rochlitz, Kammerrath Anger, der Buchhändler Barth, D. Hillig, der Kaufmann Reichenbach, der Baron v. Uckermann auf Weſenſtein u. A. ſeine gewöhnlichen Geſellſchafter. Gilbert war unverheirathet, aber gern in Geſellſchaft gebildeter und geiſtreicher Frauen. In ſeinem Aeuſsern im hohen Grade reinlich, immer anſtändig und geſchmackvoll gekleidet, und ſehr geeignet, eine gebildete gemiſchte Geſellſchaft fein zu unterhalten, war er

häufig in die beſſern Cirkel gezogen und galt für einen angenehmen, von aller Pedanterei entfernten Geſellſchafter, der oft durch geiſtreiche Durchführung paradoxer Meinung und durch Bildung einer Oppoſition gegen die Mehrzahl auch hier ſeine Ueberlegenheit geltend zu machen wuſste. Und ſo konnte auch Profeſſor G. Hermann in ſeiner Rede im academiſchen Cirkel von ihm ſagen: „Gutmüthig übrigens und hingebend, ohne Falſchheit und mit Niemand es böſe meinend, war er ein heiterer und fröhlicher Geſellſchafter, der ſo manchen freundſchaftlichen Kreis durch Scherz und Aufforderung zum Scherz erfreute. Aber dieſe Scherze ſind verſtummt, dieſe Fröhlichkeit iſt entflohen, dieſe Heiterkeit iſt verſchwunden, wie ein flüchtiger Sonnenblick durch den ſchnellen Zug der Wolken erliſcht, und unerwartet deckt unſern Freund das Grab." Als Unterhaltung zog ihn vor allem das Schachſpiel an, das er gut, wenn gleich nicht meiſterhaft ſpielte; nächſtdem muſikaliſche Unterhaltung und Schauſpiel. Auch die Erzeugniſſe der bildenden Kunſt hatten Reiz für ihn, wenn er gleich dieſe Kunſt ſelbſt eben ſo wenig auszuüben verſuchte, als die Tonkunſt. Aber er hatte nach und nach eine reiche aus mehr als 7000 Blättern beſtehende Sammlung von werthvollen Kupferſtichen, beſonders aus der neuern Periode von Edelink bis Garavaglia u. ſ. w. zuſammengebracht, der er manche im Stillen verbrachte genuſsvolle Stunde verdankte. Bei dem Ankaufe folgte er mehr dem eigenen Urtheile, als dem der Schule; er kaufte eigentlich, was ihm gefiel, ohne ſich gerade an ſtrenge Kritik zu binden, wenn nur der Gegenſtand, die Lieblichkeit der Formen und eine

der neuern Schule gewissermaſsen eigene glänzende Auſsenseite ihn genugsam ansprach. Uebrigens war diese Liebhaberei an den Erzeugnissen der Kupferstecherkunst wohl zunächst durch das Zusammenleben mit Kolbe auf dem Philanthropin zu Dessau veranlaſst, und sein dieser biographischen Skizze beigegebenes Brustbild Gilberts, nach einer wohlgetroffenen Kreidezeichnung von Krüger in Berlin, verdanken wir dem wackern Professor Bolt daselbst.

Gilberts Sammlung von Mineralien, die bald nach seinem Ableben aus den Händen seiner Erben in die seines Freundes des Finanzraths Campe überging, enthält ausgezeichnete, zum Theil einzige Stücken, doch kaufte Gilbert in den letztern Jahren zu wenig planmäſsig dafür an, und konnte auch zu wenig Zeit auf das Ordnen verwenden, als daſs sie ein wirkliches Ganze ausmachen könnte. Seine Instrumentensammlung ist nicht sehr bedeutend (nach dem gedruckten Katalog 357 Nummern), doch enthält sie einzelne wichtige Stücke, namentlich im elektrischen und pneumatischen Apparate. Das meiste kaufte Gilbert im Auftrag der Universität Leipzig für den academischen Apparat. Die Büchersammlung, reich an geographischen, mathematischen, physikalischen und chemischen Werken, enthält nach dem Auctionscatalog (Leipzig, 15. November 1824) 3056 Nummern, wozu aber noch eine sehr reiche Sammlung von Landkarten, Plänen, Prospecten und astronomischen Tafeln kommt, die in demselben Katalog unter verhältniſsmäſsig wenig Nummern verzeichnet ist.

Bedeutendere Reisen hat Gilbert nur zwei unternommen, eine frühere mit dem damaligen Westphä-

n die besser
nmen, von
:, der oft d
r Meinung u
die Mehrzahl
nd zu machen
. G. Hermann
el von ihm sagen
end, ohne Falsch
inend, war er ein
nafter, der so ma
urch Scherz und Au
aber diese Scherze sind
ist entflohen, diese H
ein flüchtiger Sonnenb
der Wolken erlischt,
Freund das Grab." A
lein das Schachspiel a
meisterhaft spielte; n
tung und Schauspiel
denden Kunst hatte
diese Kunst selbst eb
als die Tonkunst.
reiche aus mehr al
lung von werthvol
der neuern Period
u. s. w. zusammeng
verbrachte genuss
Ankaufe folgte er
der Schule; er ka
sich gerade an stre
Gegenstand, die

lischen Bergdirector Heron de Villefosse, durch Westphalen an den Rhein, und eine spätere nach Paris und Lyon durch die Schweiz. Von dem auf diesen Reisen Erlernten und Erfahrnen findet sich Vieles in den Annalen der Physik. Ausserdem pflegte er jährlich einmal seine am 18. December 1824 in Potsdam ihm im Tode nachgefolgte ehrwürdige Mutter, an der er mit inniger Liebe hing, zu besuchen.

Nach allen diesen Angaben erscheint uns Gilbert's Leben als ein stilles, wenig bewegtes, reich an Thätigkeit und nicht ohne Genuss, denn er fand diesen in Arbeit und Geselligkeit. Bei einer einfachen, regelmässigen Lebensart, war er fast nie krank, und durch eine weise Zeiteintheilung machte er es möglich, geräuschlos viel zu thun. Nur die frühen Morgenstunden, oft auch die spätern Abendstunden waren für die Bearbeitung der Annalen vorzugsweise bestimmt, der Vormittag gehörte ganz dem Lehrfache, der Nachmittag den Studien, der Abend meistens der Geselligkeit. In der Unterhaltung über Gegenstände seines Faches war er beredt, eifrig, oft hartnäckig in Bestreitung entgegengesetzter Meinungen und schwer zu bekehren, nie aber bitter, schmähend oder hinterlistig, immer auch das fremde Verdienst hoch anerkennend, gerechter bisweilen gegen das Ausland, als gegen die deutschen Gelehrten, die freilich auch gegen ihn nicht gerade zum gerechtesten zu verfahren pflegten. Nichts erbitterte ihn mehr, als das ungründliche, oberflächliche Behandeln der Wissenschaften, das bodenlose Hypothesiren, die mystische Ansicht und die in die Wissenschaft übergetretene Poësie. So wenig er der letztern im Leben abhold war, so feindlich stellte er

ſich derſelben gegenüber, wenn ſie, ihr Gebiet überſchreitend, die Träume der Phantaſie in die Wiſſenſchaft übertragen wollte. Und wer konnte ihm dies verargen? welcher ächte Verehrer der vorzugsweiſe ſogenannten exacten Wiſſenſchaften muſs ihm hier nicht mit voller Seele beiſtimmen? Dieſes Vermengen von Dichtung und Wahrheit, von Poëſie und Wiſſenſchaft, dieſes Spielen mit gehaltloſen, halbwahren Analogien, dieſes Errathen und Andeuten ſtatt des Wiſſens und Erkennens, hat uns Deutſchen im Auslande den guten Namen verdorben, uns von der gründlichen Wiſſenſchaft abgeführt und uns dahin gebracht, daſs wir alles zu wiſſen glauben, während wir im wirklichen Wiſſen zurückgekommen ſind. Dieſem verderblichen Treiben in der deutſchen Wiſſenſchaftlichkeit ſtellte ſich Gilbert mit aller Ueberlegenheit entgegen, welche ihm ſeine gründliche mathematiſche Bildung, ſein umfaſſendes ernſtes Studium der Phyſik und Chemie, und die Gewandtheit ſeines Geiſtes darboten, und dies war es, was ihm die Herren von der poëtiſchen Schule nie vergeben konnten. Unfähig ihm mit gleichen Waffen zu begegnen, und zu bequem eine ähnliche Ueberlegenheit ſich zu eigen zu machen, griffen ſie zu Schmähungen und Perſönlichkeiten, auf welche aber Gilbert nie einging, ſondern in ſolchen Fällen, wo keine Ehre mehr zu holen war, ſie ruhig gewähren lieſs. Daſs bei allem dieſen ihn doch ſein Eifer für Gründlichkeit und für mathematiſche Bearbeitung der Phyſik und Chemie bisweilen zu weit führte, daſs er ſeine atomiſtiſche Anſicht von der Körperwelt bisweilen zu ſehr geltend machte, und daſs ſeine Begriffe von dem Leben der

organifchen Körper zu wenig geläutert waren, um in diefen, ihm übrigens fremden Forfchungen glücklich zu feyn, wird niemand läugnen; auch er theilte hier das allgemeine Loos der Sterblichen, zu irren. Eines Umftandes dürfen wir hier zum Schluffe diefer biographifchen Skizze zu erwähnen nicht vergeffen, die Sorgfalt nämlich, die er auf einen reinen, fchönen und angemeffenen Ausdruck in der deutfchen Sprache verwandte, der daher auch allen feinen Schriften im hohen Grade eigen ift, und fehr zu feinem Vortheil unterfchied fich Gilbert auch hier von feinen fchmähfüchtigen Gegnern, die jede hingeworfene undeutfche Sudelei für druckenswerth hielten, ja es wohl für das Kennzeichen des grofsen Geiftes ausgaben, die Mutterfprache zu vernachläffigen. Während fie ihn fchonungslos der parteiifchen Vorliebe für das Ausland bezüchtigten, befchämte er fie durch das forgfältigfte Bemühen für die Reinheit des deutfchen Ausdruckes in feinen fämmtlichen Arbeiten. Uebrigens war er der franzöfifchen, englifchen, holländifchen und italienifchen Sprache wenigftens fo weit kundig, dafs ihm jedes in diefen Sprachen gefchriebene Werk vollkommen verftändlich war; für das Studium und die Uebung der alten Sprachen gab ihm fein Wirkungskreis weniger Veranlaffung.

Und fo können wir diefe fchwache Schilderung eines ausgezeichneten, vielwirkenden und vielverkannten Mannes in vollem Rechte mit den Worten fchliefsen, die Herder (Ideen zur Philof. der Gefch. der Menfchh. IV. Th. 19. Buch, Cap. V.) von dem ebenfalls unermüdet thätigen und wenig belohnten Reiske

ıchte: „— ſanft ruhe ſeine Aſche! in langer Zeit
kommt uns ſeine verſchmähete Gelehrſamkeit
iſe nicht wieder!“ — Der Gedächtnißtafel an
em Grabe aber gab ſein Freund Hermann die
hrift:

Naturae leges doctis ubicunque retectas
Cognosse impiger et tradere notitias.

Vollständiges Schriftenverzeichniss.

I. Eigene Arbeiten.

1) Ludwig Wilhelm Gilbert, Handbuch für Reisende durch Deutschland, enthaltend: 1) Regeln für Reisende, 2) einen topographisch - statistischen Abriss von Deutschland, 3) eine ausführliche Darstellung des deutschen Münzwesens, 4) eine Darstellung des deutschen Postwesens, 5) vollständige tabellarische Post - und Reiserouten von jeder grössern Stadt Deutschlands zu allen übrigen. Erster Theil, welcher das erste Kapitel und als Anfang des zweiten die Oesterreichischen und Preussischen Besitzungen in Deutschland enthält; nebst einer Postkarte von Deutschland. Leipzig, bei Schwickert, 1791. gr. 8. — Zweiter Theil, welcher als Fortsetzung des zweiten Kapitels die Pfalzbairischen und Kursächsischen Staaten enthält. Leipzig, 1792. 8. — Dritter Theil, welcher als Fortsetzung des zweiten Kapitels die Lausitz, die Kurhannöverschen Staaten und eine umständliche Topographie des ganzen Harzes enthält. Leipzig, 1795. 8.

(Dieses Werk sollte mit dem fünften Bande geschlossen werden, es sind aber nur die erwähnten drei Bände erschienen, welche 6 Rthlr. 16 gr. kosten. Der erste Band hat XVI und 660, der zweite 910, der dritte 856 Seiten.)

2) — — de natura, constitutione et historia matheseos primae vel universalis seu metaphysices mathematicae commentatio I et II. Halae, 1795. 8.

(Diese Schrift war Gilbert's Inauguraldissertation und erschien als solche schon 1794. Preis 8 gr.)

3) — — die Geometrie nach Legendre, Simpson, van Swinden, Gregor a St. Vincentio und den Alten dargestellt. Erster Theil. Halle, bei Renger, 1798. gr. 8. Mit Kupf.

(Ausser diesem ersten Theile ist nichts weiter erschienen. Preis 1 Rthlr. 12 gr.)

4) Ludwig Wilhelm Gilbert, kritische Auffätze über die in München wieder erneuerten Verfuche mit Schwefelkiespendeln und Wünschelruthen. Halle, 1808. 8. Mit 1 Kupf.

(Bekanntlich gehörte Gilbert zu den Gegnern des Glaubens an Rhabdomantie und ähnlichen, bis jetzt noch ganz unerwiefenen Tand.)

5) — — Differtatio historico-critica de mistionum chemicarum fimplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis, Sectio I. et II. Lipsiae, in bibliopolio Schwickertiano, 1811. 4.

(Beide Schriften, zufammen 40 Seiten in 4., erfchienen am 24. und 25. September bei dem Antritte feines dortigen Lehramtes; es werden darin zuvörderft die Verdienfte Bergmann's, Lavoifier's, Berthollet's, Prouft's und Richter's um die ftöchiometrifche Chemie gewürdigt, endlich die von Berzelius hierüber gelieferten Arbeiten erläutert und geprüft; das Ganze erfchien umgearbeitet und in deutfcher Sprache in den Annalen der Phyfik, Bd. 39. Stück 4.)

6) — — für jeden verftändliche Anweifung, wie man es anzufangen habe, um bei bösartigen Fieber-Epidemieen aller Art fich gegen Anfteckung zu fchützen, und der Verbreitung derfelben durch mineralfaure Räucherungen Einhalt zu thun; belegt durch eine Sammlung von Erfahrungen im Grofsen. Leipzig, bei Baumgärtner (1813). gr. 8.

(Populäre Zufammenftellung der beften Erfahrungen über die Wirkfamkeit der mineralfauren Dämpfe oder der Guyton-Morveaufchen Räucherungen. VIII und 112 Seiten, Preis 12 gr.)

II. Fremde von Gilbert herausgegebene Arbeiten.

1) Johann Gottlieb Friedrich Schrader's, Grundrifs der Experimentalnaturlehre nach den neuesten Entdeckungen, zum Leitfaden akademifcher Vorlefungen und zum Gebrauch für Schulen. Zweite Auflage, verbeffert, ergänzt und grofsen Theils umgearbeitet von L. W. Gilbert. Mit eingedruckten Holzfchnitten. Hamburg, b. Bachmann und Gundermann, 1804.

Vollständiges Schriftenverzeichniss.

I. Eigene Arbeiten.

1) **Ludwig Wilhelm Gilbert**, Handbuch für Reisende durch Deutschland, enthaltend: 1) Regeln für Reisende, 2) einen topographisch - statistischen Abriss von Deutschland, 3) eine ausführliche Darstellung des deutschen Münzwesens, 4) eine Darstellung des deutschen Postwesens, 5) vollständige tabellarische Post - und Reiserouten von jeder grössern Stadt Deutschlands zu allen übrigen. Erster Theil, welcher das erste Kapitel und als Anfang des zweiten die Oesterreichischen und Preussischen Besitzungen in Deutschland enthält; nebst einer Postkarte von Deutschland. Leipzig, bei Schwickert, 1791. gr. 8. — Zweiter Theil, welcher als Fortsetzung des zweiten Kapitels die Pfalzbairischen und Kursächsischen Staaten enthält. Leipzig, 1792. 8. — Dritter Theil, welcher als Fortsetzung des zweiten Kapitels die Lausitz, die Kurhannöverschen Staaten und eine umständliche Topographie des ganzen Harzes enthält. Leipzig, 1795. 8.

(Dieses Werk sollte mit dem fünften Bande geschlossen werden, es sind aber nur die erwähnten drei Bände erschienen, welche 6 Rthlr. 16 gr. kosten. Der erste Band hat XVI und 660, der zweite 910, der dritte 856 Seiten.)

2) — — de natura, constitutione et historia matheseos primae vel universalis seu metaphysices mathematicae commentatio I et II. Halae, 1795. 8.

(Diese Schrift war Gilbert's Inauguraldissertation und erschien als solche schon 1794. Preis 8 gr.)

3) — — die Geometrie nach Legendre, Simpson, van Swinden, Gregor a St. Vincentio und den Alten dargestellt. Erster Theil. Halle, bei Renger, 1798. gr. 8. Mit Kupf.

(Ausser diesem ersten Theile ist nichts weiter erschienen. Preis 1 Rthlr. 12 gr.)

E ZU HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

TAG	8 M p.	°R. UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	337°	,0	NO. O 2	oso 1	vr. Mgrth	tr. Rg.	heiter -
2	33	0	S. SW 1	ono 2	vr.	trGw. in SW Rg	schön 3
3	3	4	SWwnw 4.3	nnw 4	vr. strmsch Abrth	tr. strm.	verm. 13
4	3	9	SO. ssw 3.4	wsw 2	vr. et. Rg. strm. Abr.	ht.	trüb 14
5	31	8	S. SO 2.3	nnw 3	tr. Rg. wdg	tr. Rg wdg	Regen 14
6	3	7	wnw. N 1.3	nnw 2	tr. wdg Abrth	heiter	Gewittr 2
7	3	9	NW 2.1	nnw 1	vr. Abrth		windig 5
8	3	5	nnw. SO 2.1	oso 1	sch. Mgr. Abrth		stürm. 2
9	3	5	oso. ono 2.1	ono 1	vr. Abrth		
10	3	3	S. ssw 2	nnw 4	vr. Gew. in SW Rg	tr. Sprhrg. strm	Nächte
11	3	9	nno. N 1.3	N 4	tr	tr. strm. Rg.	heiter 11
12	3	0	nno 2.3	NW 4	vr. Gew. in NO. Rg	ht. Abrth strm	schön 2
13	3	2	NO 2	NO 2	sch Mrg. Abrth	ht.	verm. -
14	3	0	NW. O 1.3	W 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	trüb 17
15	3	8	NW 1.2	NW 1		tr.	Regen 9
16	3	0	NW. SW 1.3	SW 3	trüb, Regen	tr. Rg. wdg	Gewittr 1
17	3	1	NW. N 1.3	ssw 3			windig 9
18	3	3	N. NW 2.1	N 3			stürm. 5
19	3	4	N. nno 2.3	nno 4			Mgrth 5
20	3	1	N. nno 2	nno 2			Abrth 9
21	3	1	NW. wnw 1	wnw 2		tr.	
22	3	6	NW 2.1	N 3	tr.	tr. wdg	
23	3	0	W. SW 2.3	wsw 3	vr. wdg	ht. wdg	
24	3	1	wsw. nnw 1.2	wsw 2	tr. Rg.	ht.	
25	3	3	wsw. W 1.2	wsw 1	vr.	sch.	
26	3	9	wsw W 1.2	3	vr. Abrth	ht. wdg	
27	3	5	SW. wsw 2.1	NW 3	tr. Rg.	tr. wdg	
28	2	0	wnw SW 2.3	W 4	tr Rg. wdg	tr. strm.	
29	31	6	W. ssw 3.4	wsw 2	vr. Mgrth	ht.	
30	34	7	NWnnw 2.3	nnw 2	sch. Abrth	sch.	
Med	333	33	nördl. u.	westliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 150		

Zeit		gromet.
		77°,16
		+ 3, 98
		− 6, 21
8	m +	− 2, 98
12	m	− 0, 03
2	m −	
6	m −	+ 22, 84
10	m −	− 33, 38
		56, 22
		= 19,00°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Juni:

30 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333''',390	+ 14°,60	378 Fſs. 103
dav. sind 10 bei nördl. Wd	m + 0, 597	m − 0, 64	m − 40,556
3 bei östlich. -	m + 0, 879	m + 1, 03	m − 68 101
7 bei südl. -	m − 1, 897	m + 2, 57	m + 157,417
10 bei westl. -	m + 0, 468	m − 1, 46	m − 39,399

Erklär , Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. win- di Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

gr. 8. — **Dritte Auflage.** Leipzig, b. Cnobloch, 1812. gr. 8. unvollendet.

(Diese Compendien besorgte Gilbert, um dem Verfassen eines eigenen Compendiums auszuweichen, das er erst später herausgeben wollte; das Meiste in denselben ist von seiner Hand gearbeitet. Zweite Aufl. VIII und 308 Seiten. 1 Rthlr. Dritte Aufl. S. 1—288.)

2) **Heron de Villefosse, Nivellement des Harzgebirges mit dem Barometer.** Aus den Papieren des Verfassers gezogen und herausgegeben von (L. W.) **Gilbert.** Mit einem Profil des Harzes. Halle, bei Renger, 1808. 8.

(Preis 10 gr.)

3) **Annalen der Physik.** 1. Band. Halle, b. Renger, 1798. gr. 8. Vom eilften Jahrgange (1809) an bei Joh. Ambr. Barth in Leipzig, unter dem Titel: **Annalen der Physik. Neue Folge;** seit 1819 in demselben Verlage: **Annalen der Physik und der physikalischen Chemie.**

(Erschien als Fortsetzung von F. A. C. Gren's Annalen der Physik, seit 1798 ununterbrochen. Monatlich ein Stück, jährlich drei Bände. Sehr viele der wichtigern Aufsätze daraus sind auch besonders abgedruckt.)

Aufserdem besorgte noch Gilbert die Vorrede zur eilften Ausgabe von **Wolf's Anfangsgründen der mathematischen Wissenschaften** (Halle, b. Renger 1800. 8.), ferner mehrere Aufsätze in (**Rüdiger's**) **Hallischem Wochenblatte für Neu- und Wifsbegierige,** in **K. Sprengel's Gartenzeitung,** und Recensionen in mehreren kritischen Blättern. Auch wird er als Mitarbeiter am **Conversationslexicon** genannt. (Zu den frühesten Arbeiten des Verewigten gehört auch noch ein Aufsatz vom Jahre 1794, im Bergmännischen Journal von Köhler und Hoffmann. Th. I. p. 237, welcher eine Berichtigung über die bei einem Göpel vorkommenden Rechnungen zum Gegenstande hat. *P.*)

E ZU HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

TAG	8 M p.	° R. UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	337	°,0	NO.O 2	oso 1	vr. Mgrth	tr. Rg.	heiter –
2	33	0	S. SW 1	ono 2	vr.	trGw.inSWRg	schön 3
3	3	4	SWwnw 4.5	nnw 4	vr. strmsch Abrth	tr. strm.	verm. 13
4	3	9	SO. ssw 3.4	wsw 2	vr.et.Rg.strm.Abr.	ht.	trüb 14
5	3	8	S. SO 2.3	nnw 3	tr. Rg. wdg	tr. Rg wdg	Regen 14
6	3	7	wnw. N 1.3	nnw 2	tr. wdg Abrth		Gewittr 2
7	3	9	NW 2.1	nnw 1	vr. Abrth		windig 5
8	3	5	nnw. SO 2.1	oso 1	sch. Mgr. Abrth	heiter	stürm. 2
9	3	5	oso. ono 2.1	ono 1	vr. Abrth		
10	3	3	S. ssw 2	nnw 4	vr. Gew. in SW Rg	tr.Sprhrg.strm	Nächte
11	3	9	nno. N 1.3	N 4	tr	tr. strm. Rg.	heiter 11
12	3	0	nno 2.3	NW 4	vr. Gew. in NO, Rg	ht. Abrth strm	schön 2
13	3	2	NO 2	NO 2	sch Mrg. Abrth	ht.	verm. –
14	3	0	NW.O 1.3	W 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	trüb 17
15	33	8	NW 1.2	NW 1		tr.	Regen 9
16	3	0	NW.SW 1.3	SW 3			Gewittr 1
17	3	1	NW. N 1.3	ssw 3			windig 9
18	3	3	N. NW 2.1	N 3	trüb, Regen	tr. Rg. wdg	stürm. 5
19	3	4	N. nno 2.3	nno 4			
20	3	1	N. nno 2	nno 2			Mgrth 5
21	3	1	NW. wnw 1	wnw 2		tr.	Abrth 9
22	3	6	NW 2 1	N 3	tr.	tr. wdg	
23	3	0	W. SW 2.3	wsw 3	vr. wdg	ht. wdg	
24	3	1	wsw.nnw 1.2	wsw 2	tr. Rg.	ht.	
25	3	3	wsw. W 1.2	wsw 1	vr.	sch.	
26	3	9	wsw W 1.2	3	vr. Abrth	ht. wdg	
27	3	5	SW. wsw 2.1	NW 3	tr. Rg.	tr. wdg	
28	3	0	wnwSW 2.3	W 4	tr Rg. wdg	tr. strm.	
29	3	6	W. ssw 3.4	wsw 2	vr. Mgrth	ht.	
30	3	7	NWnnw 2.3	nnw 2	sch. Abrth	sch.	
Med	333	33	nördl. u.	westliche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 150		

Zeit		grometer
		77°,16
		+ 3, 98
8	m +	– 6, 21
12	m	– 2, 98
2	m –	– 0, 03
6	m –	+ 22, 84
10	m –	– 33, 38
		56, 22
		= 19,00°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Juni:

30 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333''',390	+ 14°,60	378 Fs.,103
dav. sind 10 bei nördl. Wd	m + 0, 597	m – 0, 64	m – 40,556
3 bei östlich. -	m + 0, 879	m + 1, 03	m – 68 101
7 bei südl. -	m – 1, 897	m + 2, 57	m + 157,417
10 bei westl. -	m + 0, 468	m – 1, 46	m – 39,399

Erklär , Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. windi Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

lken.

cke. Um 4 U. 16' heute Abd, zeigt sich der Mond im ersten

im. 16 bis 22. herrscht gleiche Decke, die nur letztern Tags n wenig bricht. Am 16. Abds ein Regsch. und von der Ncht 22. Nchmittgs fast ununterbrochen, mehr und minder scharf, 8 U. 3' Morg. tritt die Sonne in den Krebs und es hat somit enwende Statt. Am 23. wolk. Bed. ist Mittgs oben etws getheilt sie sich in Cirr. Str. und verläfst von SO aus den Him-

Heute, 0 U. 56' nach Mittg, hat der Vollmond Statt, auch lond in seiner Erdferne.

24. bis Spt-Abds bed., Abds stehet im W Nimb. und drüber st ist der Horiz. frei und oben gleichf. bed.; Spt-Abds heiter. chmittgs 2 und Abds 7, Regsch. Am 25. früh gleiche Decke, Cirr. Str., unten Cum., Nchmittgs kl. Cirr. Str., überall auf d. Cum. und Spt-Abds heitr, nur der W u. NW Horiz. hoch g. wolk. Bed., Tags oben Cirr. Str., unten Cum., von Abds der Horiz. hat einen Damm. Am 27. gleiche Decke ist Abds en einige offne Stellen, gegen 12 bis 3 Reg. Am 28. bis Spt-e, Nchmittgs stehen auf dieser Cum.; Abds ist nur noch W heiter. Um 12 u. 5 bis 6 Reg. Am 29. Cirr. Str., die früh ut auf heit. Grde stehen, bilden Mittags gleiche Decke, und chmittags nur selten; Abds ziehen über gleiche Decke Cirr. es heiter und nur noch in N ein Damm. Am 30. früh und r. Str. auf heit. Grde, Tags schöne Cum. überall und Abds, r. Str. am Horiz., heiter.

Monats: veränderlich, meist unfreundlich, heitere, oft kalte d mit oft sehr warmen, im Ganzen trüben, Tagen. Oft Re-
4 Tage und Nächte hintereinander; westliche und nördliche nächtlich oft heftig.

E ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

TAG	0° R. UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS		WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
1	0, 6	nno.NW 2.3	N	4	tr. Rg. wdg	tr. Rg. strm.	heiter 3
2	0	wnw 3.2	NW	3	ht. Mrg. Abr. wdg	ht wdg	schön 6
3	7	NO 2.3	NO	3	vr. desgl.	tr. wdg	verm. 9
4	2	N. nno 3.4	NO	2	vr. stürm.	ht.	trüb 13
5	7	NW.wsw 3	wsw	3	tr. wdg	tr. wdg	Regen 11
6	0	W.SW 3.4	S	3	tr. strm. Rg.	desgl.	Gewittr 2
7	5	wnw 2.3	SW	3	tr. wdg Sprhrg.	vr. wdg	windig 15
8	9	W. nnw 2.3	NW	3	sch. wdg	ht. wdg	stürm. 10
9	6	wsw.W 3.4	NW	3	vr. Mgr. strm.	tr. wdg	
10	4	W.wnw 4.3	SW	3	tr. strm. Abrth	ht. wdg	Nächte
11	6	wsw 2	wsw	2	ht. Mrg. Abrth	ht.	heiter 14
12	7	wsw.wnw 4.3	wnw	2	sch. strm. Abrth	ht.	schön 1
13	6	wsw 2.3	sso	3	ht.	ht. wdg	verm. 3
14	9	SO.wnw 2.4	wsw	3	vr Mgr Gw Rg strm	ht. wdg	trüb 13
15	7	N. nno 3	ssw	3	tr. wdg Abrth	ht. wdg	Regen 2
16	7	ssw.wsw 3.2	W	2	tr. strkRg wdg Abr.	tr.	Gewittr -
17	9	nnw 3	nnw	3	tr. Rg. Abrth wdg	vr. wdg	windig 3
18	3	W NW 4.3	NW	3	tr. Rg. strm.	tr. wdg	stürm. 21
19	5	wsw.W 3	wsw	3	desgl. wdg	tr. wdg	Mgrth 9
20	0	W wsw 3.2	W	3	desgl.	vr. wdg	Abrth 13
21	9	sso 3.4	S	2	sch. strm Mgr. Abr	ht.	
22	0	S. wsw 3.4	wnw	3	vr. strm GwRgMgr	tr. Rg. wdg	unsichtb.
23	6	wsw.W 3	ssw	3	tr. wdg	tr. wdg	Sonnenfi 1
24	6	W. wsw 4	wsw	4	vr. strm.	tr. strm.	Mond-
25	0	wsw 3	wnw	3	vr. wdg	tr. wdg	finstern. 1
26	5	nno.ssw 1.2	ssw	3	tr. Rg. Abrth	sch. wdg	
27	8	SW.W 2	wsw	2	sch. Mrg. Abrth	ht.	
28	8	wsw.W 2	wsw	2	sch. Abrth	ht.	
29	8	SW. ssw 2	O	3	sch.	ht. wdg	
30	6	S. SO 2	O	3	vr. Mgrth	ht. wdg	
31	2	NW.wsw 3	W	4	vr. Abrth	tr. strm.	
Med.	, 13	nördl. u.	westliche		Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Zeit	Hygromet.
	77°,72
	— 1, 27
	— 5, 06
8	+ 1, 70
12	+ 0, 47
2	
6	+ 22, 28
10	— 31, 75
	54, 03
	. = 17,90°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats Juli:

31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333''',703	+ 15°,64	355 Fſs,012
dav. sind 8 bei nördl. Wd	m + 0, 231	m — 3, 25	m — 35,982
2 bei östlich. -	m — 0, 489	m + 5, 26	m + 48,912
4 bei südl. -	m + 0, 293	m + 1, 24	m — 21,396
17 bei westl. -	m — 0, 195	m + 0, 62	m + 16,588

Er lau, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. win-
Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

k e n.

20. Vormittgs gelinde Schauer, Nchmittgs Sprühreg. Am
gering bel., oben einige kl. Cirr. Str.; die übrige Tageszeit
ute der Mond in seiner Erdferne. Am 22. Morg. einige
W, sonst heiter; Mittgs ziehen oben Cirr. Str., streifig
ten rings viel kl. Cum.; nach Mittg bildet sich in SW u.
tig Reg. und in NW einz. Donnerschläge, ½ nach 2 läſst
das Gew. zieht übers Zenith nach SO; gleiche Decke dann
23. gleiche Decke wird bisweil. wolkig, und ist Abds oben
r Vollmond, der 4 U. 19′ Morg. eintrat, hatte eine, hier
, Mond-Finsterniſs.
24. Cirr. Str. vermindern sich Vormittgs und sind nach
gesunken; Nchmittgs erscheinen in W u. SW groſse Cum.,
Massen zu und Spät-Abds herrscht gleiche Decke. Am 25.
s oben frei; Spt-Abds überall verbreitet, Cirr. Str. Schleier,
n wolk. Decke modif. sich Nchmittgs, nach einem scharfen
rr. Str., die Abds oben heiter lassen. Am 27. früh bed. Cirr.
ngs Cum. dazu, Nchmittgs letztere hoch und auf sehr heit.
gesond. Cirr. Str. in Gruppen; Spt-Abds heiter. Am 28.
r. Str. Gruppen, sonst heiter; Mttgs NW düster bed., unten
Cirr. Str. auf heit. Grunde, Abds rings Cum., oben und
iter. Am 29. nur Mittgs einzelne kl. Cirr. Str. oben, sonst,
des Tages, heiter. Am 30. Vormttgs oben auf heiterm
aria forma unten dünn bed., Mittgs gleiche dünne Decke,
ter; Spät-Abds heiter. Um 11 U. 42′ Abds das letzte

. bel., oben auf heit. Grunde sehr zerstreut kl. Cirr. Str.;
groſsen Massen geworden, oft und in O stehen Cum.; von
iche, in W Gew.format. ähnliche, Decke.

---

nats: im Ganzen naſs und oft rauh; ungeachtet heftiger
arometer, weil diese fast nur in Süd und West wechselten,
erung, ungewöhnlich für die Jahreszeit dagegen, das Ther-

TE ZU HALLE,

VATOR DR. WINCKLER.

TAG	10° R. UHR	WINDE TAGS	WINDE NACHTS	WITTERUNG TAGS	WITTERUNG NACHTS	UEBERSICHT. Zahl der Tage.
	7°, 2	nnw 3	NW 2	vr. Rgtrpf, wdg	tr.	heiter 2
	9 0	NW.wsw 2	wsw 5	tr. Mrg. Abr. wdg	sch. wdg	schön 10
	9 0	wsw.W 1.3	ssw 2	vr. Sprhrg. wdg	ht.	verm. 15
	7 4	ssw.wsw 3.4	NW 1	sch. Mg. Abrth strm	vr.	trüb 6
	2 6	ssw.W 2.1	NW 2	vr.	tr. Blitze	Nebel 1
	0 9	SW.W 2	nnw 3	vr. Abrth	tr. wdg	Regen 8
	0 9	W.nnw 3	wnw 3	vr. wdg	ht. wdg	Höhrch 2
	7 2	S.SO 1.2	nnw 2	vr. Rg.	tr. Rg.	windig 9
	5 1	wsw.W 3	NW 3	sch. Abrth wdg	ht. wdg	stürm. 4
1	9 1	wsw SW 3 4	ssw 3	tr. Rg. Abrth strm.	vr. wdg	
1	0 0	S.SW 3	wsw 3	tr. Rg. Nbl wdg	tr. wdg etw. Rg	Nächte
1	9 0	SW.W 1	W 1	tr. Abrth	sch.	heiter 11
1	9 8	W SO 1	SO 1	sch. Hohrch	ht.	schön 5
1	4 9	W.SW 2.3	SW 3	vr. Mgrth wdg	tr. wdg	verm. 6
1	2 4	wsw. W 3.4	W 2	vr. Mgr. Abrth strm	ht. wdg	trüb 11
1	5 8	ssw, wsw 2.3	SW 3	sch. Mgrth	tr. wdg	Regen 5
1	3 7	W.SW 2.3	SW 3	sch. Mrg. Abrth wdg	tr. wdg	Blitze 2
1	1 0	SW. ssw 1	wsw 1	vr.	ht.	Gewittr 2
1	0 3	sso.ssw 2	sso 1	sch. Höhrch Abrth	ht.	windig 14
2	0 0	S. sso 2.3	nnw 2	sch. Mgrth Rg wdg	vr. Gew. u. Rg.	stürm. -
2	5 3	NW. ssw 2	now 3	tr.	tr. wdg	Mgrth 11
2	0 7	wnw. wsw 2	ssw 2	sch. Mrg. Abrth	ht.	Abrth 15
2	7 7	S. ssw 2	SW 2	tr Rg.	tr.	
2	0 4	SW. wsw 1	SW 1	vr.	sch.	
2	9 4	sso. SO 1	sso 2	ht. Mrg. Abrth	ht.	
2	5 5	S. oso 1	SO 2	ht. desgl.	ht.	
2	9 0	N. nnw 1.2	nnw 2	sch. Mgrth	vr. Blitze	
2	9 4	now. nno 2	nno 3	vr. Abrth	vr. wdg	
2	7 7	O. ono 1	oso 3	sch.	tr. wdg	
30	0 3	S. wnw 2.1	wnw 1	vr. Abrth	vr. Gew	
31	4 8	SW.NW 3.4	NW 3	vr. f Rg. Abr. strm.	ht. wdg	
Med	38, 24	west-	liche	Anzahl der Beobb. an jedem Instrum. 155		

Zeit	Hygromet.
	78°, 17
	n + 6, 61
8	n + 0, 53
12	m − 0, 11
2	m − 2, 22
6	
10	m + 21, 83
	m − 31, 15
	52, 98
	d. = 20, 60°

Berechnung der absoluten Höhe von Halle über dem Meere, aus den Mittags-Beobachtungen des Monats August:

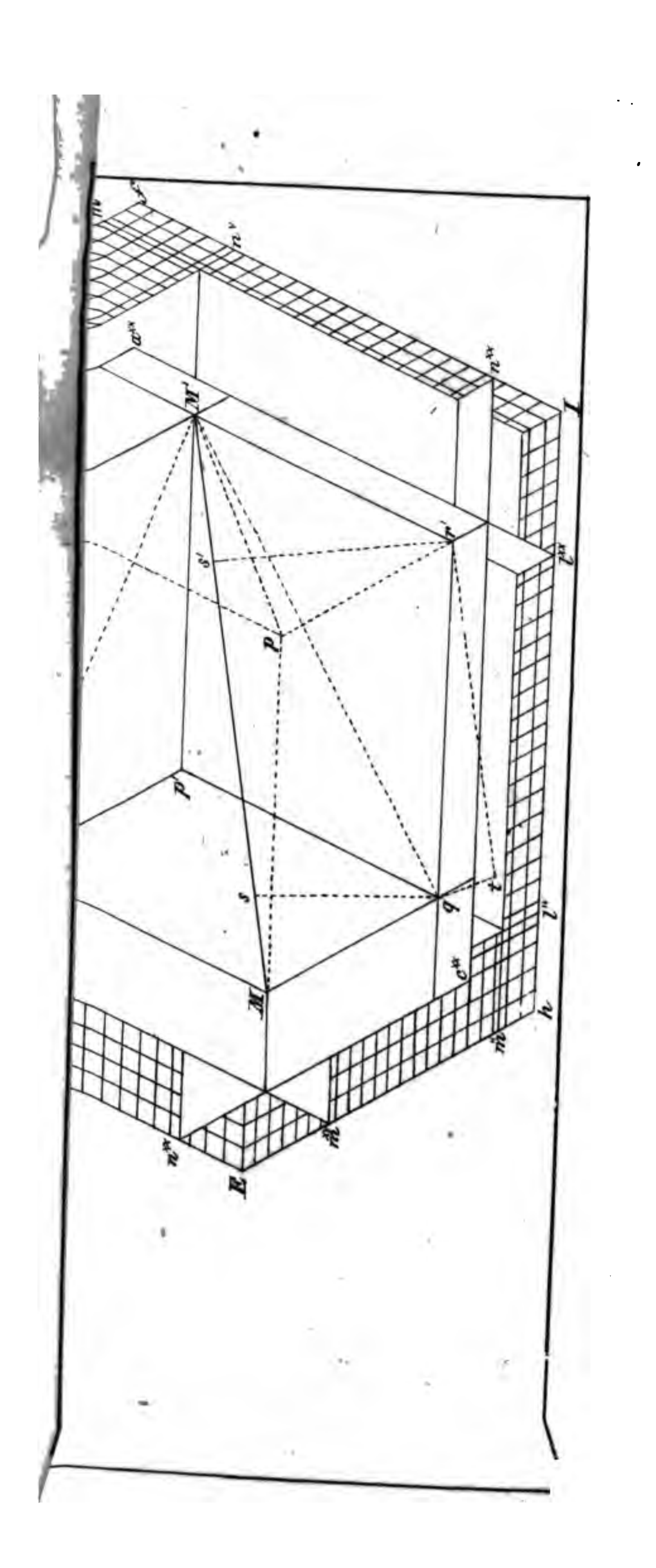
31 Beobb. im ganzen Mon.	Barometer	Thermomet.	Höhe
geb. d. Mittel = m =	333''', 703	+ 15°, 64	355 Fss, 012
dav. sind 4 bei nördl. Wd	m + 0, 391	m − 3, 25	m − 35, 982
2 bei östlich. -	m − 0, 489	m + 5, 26	m + 48, 912
11 bei südl. -	m + 0, 293	m + 1, 24	m − 21, 396
14 bei westl. -	m − 0, 195	m + 0, 62	m + 16, 588

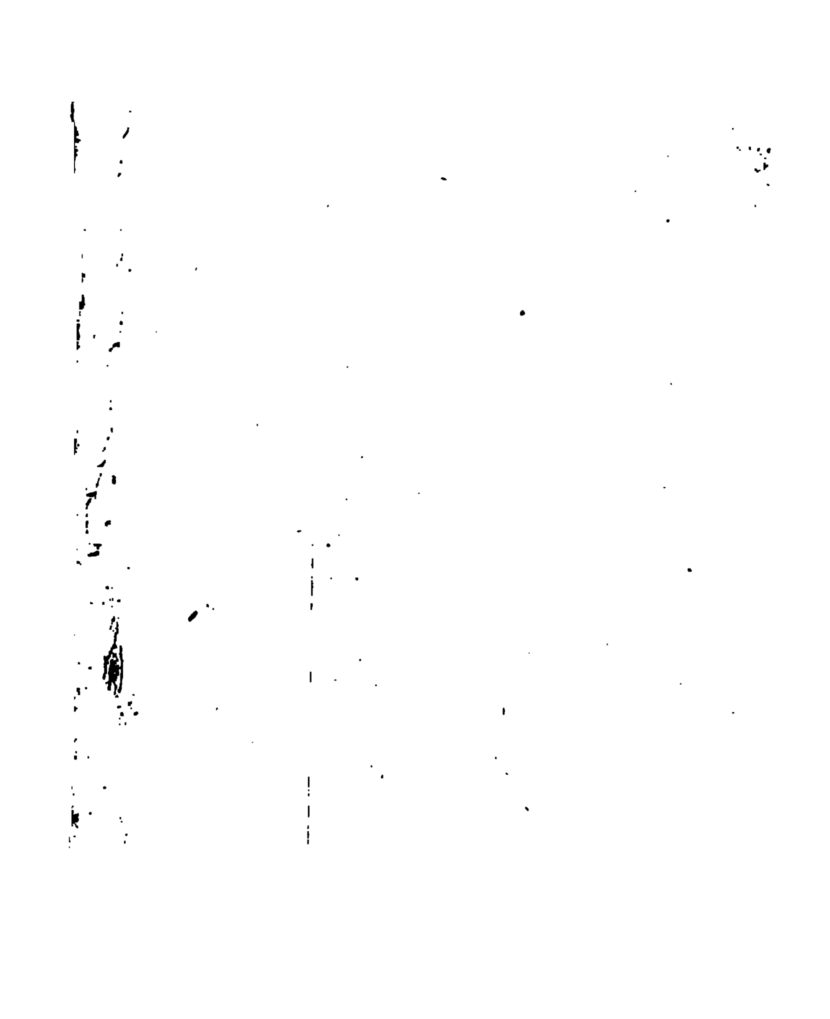
Erk hau, Dt. Duft, Rg. Regen, Gw. Gewitter, Bl. Blitze, wnd. oder Wd. win-
d Mg. Morgenroth, Ab. Abendroth.

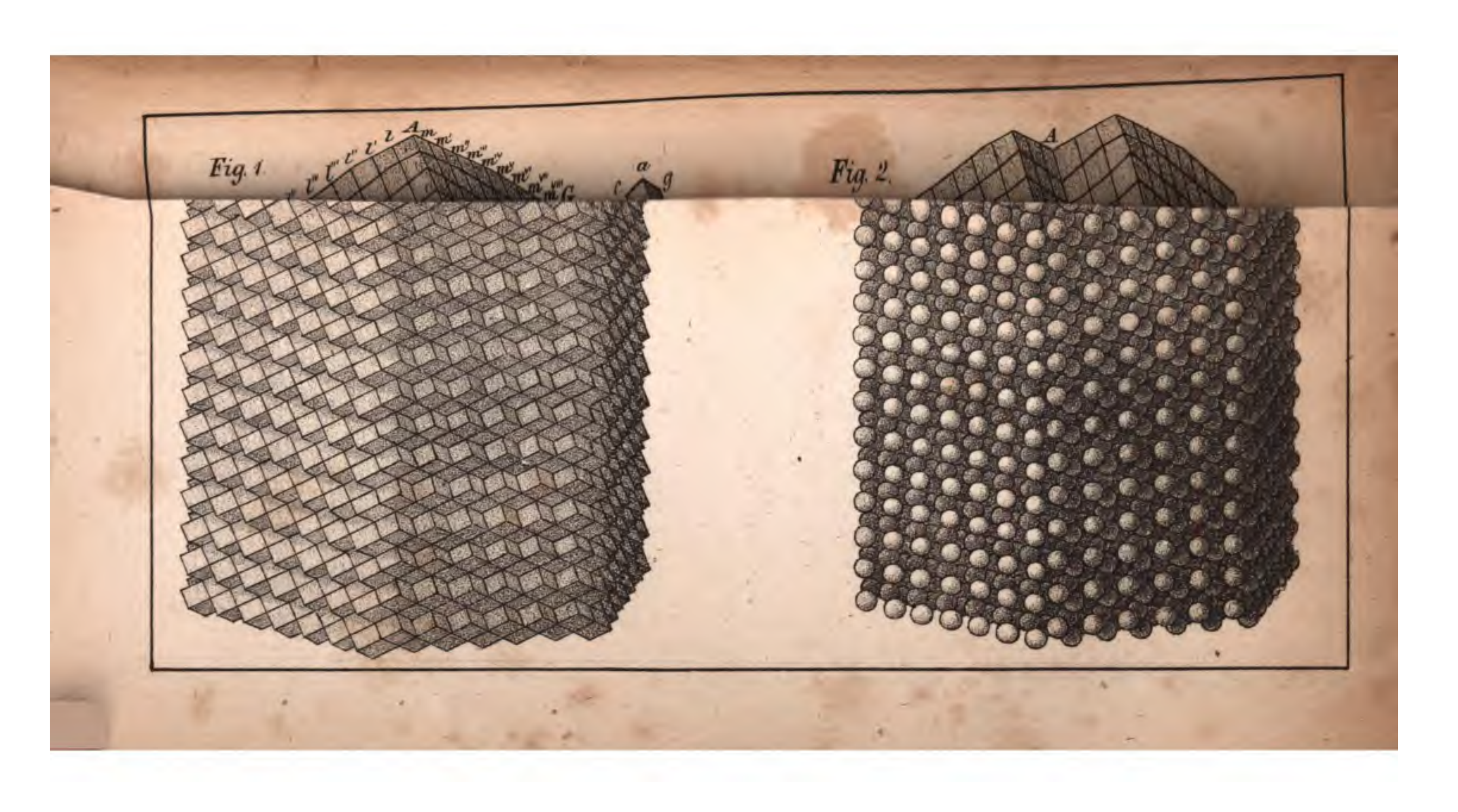
von Cirr. Str., in W u. SW düster, bed. Am 18. früh
eilt sich Tags mehr und mehr in Cirr. Str., Nachmittags
und von Abds ab ist es heitr. Heute stehet der Mond
m 19. Vormttgs gesond. Cirr. Str. und heit. Grund; von
o. bis Abds auf heit. Grunde nur hie und da einige Cirr.
er unten hoch belegt; nach 7 Abds zieht die Decke von
fallen einz. Regtrpf., dann dort stark Wetterleuchten.
. Reg. aus wnw ein heft. Gew. herauf, verliert sich aber
r herrscht gleiche Decke. Am 21. Gegen 3 U. früh 1 Stde
eg. der bis nach 8 anhält; Tags über wolkig bed. Heute
6', der Mond im vollen Lichte.
. Cirr. Str. die früh NO bed., bed. Mittgs meist, auch
chmttgs vermindern sich die Wolken und Abds wie Sptr,
bds in W, heiter, doch stark. Höherauch. Am 23. wolk.
24. Cirr. Str. die Tags meist bed., stehen Abds am Horiz.
m 27. Morg. heitr, doch der W-Horiz. bel.; Tags bilden
her gehen, Abds oberhalb grosse Cirr. Str. Flächen und
ast ganz; nach 9 in W stark Wetterleuchten. Am 28.
Nchmttgs in N; Abds oben meist klar, unten Cirr. Str.
Am 29. früh heiter; Tags über oben viele Cirr. Str. und
iter und Spät-Abds, schnell entstanden, gleiche Decke.
te Mond-Viertel.
früh heiter, dann bilden sich Cirr. Str. rings und in W
Tags zieht sich der Beleg des Horiz. mehr u. mehr herauf
lk. Decke; in SW starke Blitze; Spt-Abds gleiche Decke
fort. Am 31. Nachts Gewittr, Morg. Cirr. Str. auf heit.
und gleichf. bed.; von 11 bis 3 Sprühreg.; Abds und

---

es: meist schöne Tage, trocken und warm, doch oft
Winde, westliche herrschend, und ungemein geringe
meters, des Thermometers dagegen stark.






Fig. 1.
Fig. 2.

? Little, Oklaoin.!

